



UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Escola Nacional de Saúde Pública

**Estudo de fatores preditivos das diferenças nos resultados de duração
de internamento e de mortalidade em doentes com enfarte agudo do
miocárdio**

Candidatura ao grau de doutor em Saúde Pública, especialidade em Política,
Gestão e Administração da Saúde, pela Escola Nacional de Saúde Pública,
Universidade Nova de Lisboa

Teresa do Carmo Sousa Magalhães Barbosa

Março de 2016



UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Escola Nacional de Saúde Pública

**Estudo de fatores preditivos das diferenças nos resultados de duração
de internamento e de mortalidade em doentes com enfarte agudo do
miocárdio**

Tese apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em em Saúde Pública, especialidade em Política, Gestão e Administração da Saúde, realizada sob a orientação científica da Prof^a. Doutora Sílvia Lopes (ENSP-UNL) e como Co-Orientador Prof. Doutor João Gomes (FCUL)

Março de 2016

Aos meus pais, ao Zé e à Júlia

É um erro capital teorizar antes de dispor de dados. Sem querer, distorcem-se os factos para comprovar a teoria, em vez de desenvolver a teoria que corresponde aos factos.

Sir Arthur Conan Doyle (1859-1930), médico, escritor, poeta

AGRADECIMENTOS

Neste longo percurso que agora culmina, muitas foram as pessoas que se cruzaram neste caminho e às quais quero deixar uma palavra de reconhecimento e apreço por todo o apoio facultado.

Aos meus orientadores, à Prof^a. Doutora Sílvia Lopes pelo seu saber e constante incentivo para procurar fazer sempre melhor. Ao Prof. Doutor João Gomes pelo seu incansável suporte e transmissão de conhecimento. Ao Prof. Doutor João Pereira por todo o apoio e incentivo a continuar.

À Prof^a. Doutora Paula Lobato Faria pelo encaminhamento e incentivo na realização deste trabalho.

Ao Prof. Doutor Carlos Costa que me conduziu à realização deste projeto, o meu muito obrigada pelo saber transmitido e pela orientação inicial deste trabalho.

Ao Dr. Alfredo Lacerda Cabral pelo seu incondicional apoio e amizade, sem a qual não teria sido possível levar a bom termo este projeto.

Ao Dr. Filipe Seixo que me suportou na parte técnica, partilhando a sua sabedoria médica.

Ao Serviço de Patologia do Centro Hospitalar de Setúbal por todo o suporte na interpretação dos dados de análises clínicas.

À Maxdata pela ajuda na recolha dos dados de análises clínicas na pessoa do Prof. Doutor Paulo Sousa.

À Focus BC pelo suporte na recolha de dados de localização geográfica na pessoa do Dr. Sandro Batista.

Um agradecimento para a equipa de revisores que, através dos seus comentários, me ajudaram a refletir e a tornar este trabalho mais claro.

À Dra. Isabel Andrade pela sua ajuda sempre incansável nas revisões bibliográficas. Aos meus colegas e amigos, Rui Santana, Patrícia Marques, Miguel Lopes, Paulo Boto e Manuel Cabral pelo apoio e amizade.

À Maria João Albuquerque e toda a minha equipa pela amizade e suporte.

RESUMO

Contexto: O uso apropriado dos recursos hospitalares é importante para o controlo da despesa e para a melhoria dos resultados. Compreender os fatores que explicam os resultados na duração de internamento (DI) e mortalidade no enfarte agudo do miocárdio (EAM) observando o desperdício associado, através da variação não justificada e identificar os fatores preditivos na admissão são os objetivos desta investigação. O EAM foi escolhido pela elevada morbilidade e mortalidade, elevada variabilidade (DI/mortalidade) e elevados custos de tratamento a nível global.

Metodologia: Desenvolveram-se duas análises: 1) estudo do EAM na DI e mortalidade ao nível do hospital nos doentes internados com alta dos hospitais SNS entre 2011/2013 com recurso a dados administrativos (DA) e 2) estudo dos fatores preditivos de DI e mortalidade no EAM na admissão de doentes internados com alta num hospital entre 2010/2011 recorrendo a DA e dados laboratoriais (DL).

Resultados: No primeiro estudo observaram-se diferenças na DI e mortalidade, correspondendo a um desperdício de 2392 dias de internamento e 137 mortes evitáveis. No segundo foram identificados um conjunto de fatores preditivos constituídos por DA e DL com excelentes resultados na validação.

Conclusão: Existe variabilidade de práticas com particular relevância na mortalidade, defendendo-se que é necessário mudar a gestão do fluxo do doente no tratamento do EAM a diversos níveis. Os modelos encontrados a partir do estudo dos fatores preditivos permitem melhorar essa gestão. São identificados para futura investigação a avaliação do desperdício noutras doenças, implementação de sistema de apoio à decisão e generalização dos fatores preditivos.

Palavras-chave: Desperdício hospitalar; Enfarte agudo do miocárdio; Duração de internamento; Mortalidade; Modelos preditivos

ABSTRACT

Background: Appropriate hospital resource use is an important factor to control the expenditure and improve the results. The aim of this study is to understand the factors that explain the length of hospital stay (LOS) and the mortality results in acute myocardial infarction (AMI) by observing the associated waste through unjustified variability and identify the predictive factors for those measures.

Methods: To pursue the objectives, the following analysis were performed: 1) the study of AMI in LOS and mortality at hospital level with the inpatient discharged from NHS hospitals between 2011/2013, based on administrative data (AD) and 2) the study of the predictive factors on LOS and mortality in AMI patients at the time of inpatient admission, discharged from one hospital between 2010/2011 based on AD and laboratory data (LD).

Results: In the first study, there were differences identified in LOS and mortality, with a total waste of 2392 days of stay and 137 avoidable deaths. In the second study, predictive factors with both DA and DL variables were identified, showing excellent validation results.

Conclusions: There is variability in AMI treatment practices and this fact has particular incidence in mortality. We defend that is necessary to do more in the inpatient management at AMI treatment in several domains to reduce associated hospital waste and the models generated from the predictive factors study contribute to that improvement. Emerging topics for future investigation are the evaluation of waste in other diseases, implementation of a disease support system and predictive factors generalization studies.

Keywords: Hospital waste; Acute myocardial infarction; Length of hospital stay; Mortality; Predictive model

ÍNDICE

Capítulo 1 - Introdução	1
1.1. Pertinência no estudo da duração de internamento e da mortalidade no EAM	3
1.2. Estrutura do trabalho	8
Capítulo 2 - Enquadramento teórico	11
2.1. Conceito de desperdício em saúde e sua importância	12
2.2. Os modelos preditivos e a tomada de decisão	14
2.2.1. Contextualização dos modelos preditivos	14
2.2.2. A importância da informação no processo de tomada de decisão	15
2.2.2.1. A exploração da informação	15
2.2.2.2. A tomada de decisão	18
2.3. A medição do desperdício	23
2.3.1. A duração de internamento	24
2.3.2. A mortalidade	26
2.3.3. Fatores com impacto na duração de internamento e mortalidade	29
2.3.4. Exemplos de modelos preditivos de duração de internamento e de mortalidade	39
Capítulo 3 - Problema e objetivos da investigação	45
3.1. Objetivos	46
3.2. Desenho da investigação	47
Capítulo 4 - Estudo das diferenças na duração de internamento e na mortalidade no enfarte agudo do miocárdio ao nível do hospital	49
4.1. Metodologia	49
4.1.1. Fontes de dados	50
4.1.2. Período em estudo	50
4.1.3. População em estudo	50
4.1.4. Definição de variáveis	54
4.1.5. Análise de dados	59
4.1.5.1. Diferenças na duração de internamento	59
4.1.5.2. Diferenças na mortalidade	62
4.1.5.3. Seleção de variáveis para análise múltipla	64
4.1.5.4. Validação dos resultados	65
4.2. Resultados	67
4.2.1. Diferenças na duração de internamento	72
4.2.2. Diferenças na mortalidade	76
4.2.3. Resumo de resultados	80
4.3. Discussão	82
4.3.1. Discussão metodológica	82
4.3.2. Discussão de resultados	89
4.3.2.1. Caracterização da população em estudo	89
4.3.2.2. Avaliação das diferenças entre os hospitais	90

4.3.2.3.	Análise do desperdício	92
4.3.2.4.	Perspetivas futuras	97
Capítulo 5 -	Fatores preditivos de resultados de duração de internamento e de mortalidade do EAM no momento da admissão	99
5.1.	Metodologia	99
5.1.1.	Fontes de dados	99
5.1.2.	Período em estudo	101
5.1.3.	População em estudo	101
5.1.4.	Definição de variáveis	102
5.1.5.	Análise dos dados	107
5.1.5.1.	Fatores preditivos de duração de internamento (E1)	109
5.1.5.2.	Fatores preditivos da probabilidade de morte do doente (E2)	112
5.1.5.3.	Validação dos fatores preditivos	112
5.2.	Resultados	114
5.2.1.	Fatores preditivos de duração de internamento (E1)	114
5.2.1.1.	Probabilidade de tempo de internamento prolongado (E1.1)	114
5.2.1.2.	Fatores preditivos de previsão de tempo de internamento por doente (E1.2)	124
5.2.2.	Fatores preditivos da probabilidade de morte (E2)	130
5.2.3.	Resumo de resultados	134
5.3.	Discussão	137
5.3.1.	Discussão metodológica	137
5.3.2.	Discussão de resultados	143
5.3.2.1.	Fatores preditivos de duração de internamento	143
5.3.2.2.	Fatores preditivos da probabilidade de morte	148
5.3.2.3.	Discussão conjunta dos fatores preditivos de duração de internamento e de mortalidade na admissão	153
5.3.2.4.	Perspetivas futuras	156
Capítulo 6 -	Conclusões	161
	Referências bibliográficas	167
Anexos	1	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 - Definição de EAM	5
Figura 2-1 - Pirâmide de abstração	16
Figura 3-1 - Esquema de investigação	48
Figura 5-1 – Desenho do estudo dos fatores preditivos	108
Figura 5-2 – Diagrama da arquitetura do sistema de apoio à decisão	159

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1 - Volume de episódios e demora média observada por hospital (população total) .	71
Gráfico 4-2 - Volume de episódios e % de mortalidade observada por hospital (população total)	71
Gráfico 4-3 - Desperdício em número de dias de internamento por doente e hospital	75
Gráfico 4-4 - Efeito hospital face ao <i>odds</i> base por volume do hospital.....	78
Gráfico 4-5 - Efeito hospital face ao <i>odds</i> base e mortes evitáveis	79
Gráfico 4-6 – Estudo das diferenças na mortalidade - Área sob a curva ROC: falecido	80
Gráfico 5-1 - Área sob a curva ROC: DI>=7d (E1.1.1)	118
Gráfico 5-2 - Área sob a curva ROC: DI ≥ 7 dias incluindo falecidos (E1.1.2)	123
Gráfico 5-3 – Conjunto dos resultados da eficiência preditiva dos modelos de previsão de tempo de internamento para 20, 50, 100 e 200 indivíduos estratificado por idade (E1.2.2)	130
Gráfico 5-4 - Área sob a curva ROC: falecido (E2).....	134
Gráfico 5-5 - Assimetria dos dados de duração de internamento.....	141
Gráfico 5-6 – DI previstos vs número de doentes.....	148

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2-1 – Dimensões do desperdício	23
Quadro 2-2 – Importância dos fatores explicativos nos indicadores em estudo	31
Quadro 2-3– Exemplos de modelos preditivos de DI e de mortalidade.....	41
Quadro 4-1 - Códigos ICD-9-CM de Diagnósticos Principais de EAM pesquisados	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4-1 - Evolução do número de episódios da base de dados de resumos de alta dos hospitais do SNS	53
Tabela 4-2 - Evolução do número de episódios de EAM por ano, tipo de EAM, DM e mortalidade	67
Tabela 4-3 - Características da população EAM dos hospitais em estudo e análise simples (p-value) de cada variável	69
Tabela 4-4 - Resumo da variabilidade da DI por modelos estatísticos e grupos de variáveis em %.....	73
Tabela 4-5 - Coeficientes das variáveis por grupo na DI – modelo Gamma	74
Tabela 4-6 - Resumo da variabilidade por modelos estatísticos e grupos de variáveis em % ..	77
Tabela 4-7 – Peso das variáveis por grupo na mortalidade	79
Tabela 5-1 - Evolução do número de episódios em estudo.....	102
Tabela 5-2 - Características da população EAM total (E1.1.1) – dados administrativos.....	115
Tabela 5-3 - Características da população EAM total (M1.1.1) – dados laboratoriais	116
Tabela 5-4 - Fatores preditivos probabilidade de tempo de internamento prolongado (E1.1.1) – dados de treino.....	117
Tabela 5-5 - Características da população EAM total (E1.1.2) – dados administrativos.....	120
Tabela 5-6 - Características da população EAM total (E1.1.2) – dados laboratoriais	121
Tabela 5-7 – Fatores preditivos DI ≥ 7 dias incluindo falecidos (E1.1.2) - dados de treino.....	122
Tabela 5-8 – Características da população EAM total e com alta vivo (E1.2.1 e E1.2.2) – dados administrativos.....	125
Tabela 5-9 - Características da população EAM total e com alta vivo (E1.2.1 e E1.2.2) – dados laboratoriais	126
Tabela 5-10 - Coeficientes e desvio padrão das variáveis dos modelos de previsão do tempo de internamento (E1.2.1 e E1.2.2)	128
Tabela 5-11 - Comparação da eficiência preditiva entre os vários modelos (E1.2.2)	129
Tabela 5-12 – Características da população EAM total (E2) – dados administrativos.....	132
Tabela 5-13 - Características da população EAM total (E2) – dados laboratoriais	132
Tabela 5-14 - Fatores preditivos do risco de morte (E2) – dados de treino	133
Tabela 5-15 - Medidas de validação dos resultados dos fatores preditivos de risco de internamento prolongado nos dados de treino, nos dados de validação e nos dados conjuntos	145
Tabela 5-16 - Variáveis do modelo preditivo DI ≥ 7 dias ou falecido (E1.2) - dados de treino e dados conjuntos	146
Tabela 5-17 - Medidas de validação dos fatores preditivos do risco de morte nos dados de treino e nos dados de validação.....	152
Tabela 5-18 - Fatores preditivos do risco de morte (E3) – dados de treino e dados conjuntos	153

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A– Abordagem teórica de suporte às técnicas estatísticas utilizadas	1
Anexo B – Análise simples da regressão logística com e sem outliers de tempo (p-value).....	10
Anexo C – Desperdício por hospital, por doente e total	11
Anexo D - Efeito por hospital na mortalidade.....	12
Anexo E – Pedido de acesso a dados do Centro Hospitalar de Setúbal, EPE e Pedido de acesso a dados à Comissão Nacional de Proteção de Dados	13
Anexo F - Intervalo de referência das 46 análises laboratoriais em estudo	18
Anexo G - Códigos ICD-9-CM de diagnósticos principais de EAM presentes na base de dados do hospital em estudo	19

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSS – Administração Central dos Sistemas de Saúde
AHA - American Heart Association
AIC - Akaike Information Criterion
ALT - Alanina Aminotransferase (ALT)
APACHE - Acute Physiology and Chronic Health Evaluation
AST - Aminotransferase Aspartato (AST)
AV – Alta Vivo
AVC – Acidente Vascular Cerebral
BE - Excesso de Base (BE)
BN – Binomial Negativa
CCI – Charlson Comorbidity Index
CHGM - Concentração de Hemoglobina Globular Média (CHGM)
CK - Creatinofosfoquinase (CK)
CK-MB - Creatinofosfoquinase fração MM (CK-MB)
DA – Dados Administrativos
DGS – Direção-Geral da Saúde
DI – Duração de Internamento
DL – Dados Laboratoriais
EAM – Enfarte Agudo do Miocárdio
EM – Enfarte do Miocárdio
ENSP – Escola Nacional de Saúde Pública
GDH – Grupo de Diagnóstico Homogéneo
GRACE - Global Registry of Acute Coronary Events
HCO_{3a} - Concentração de bicarbonato arterial (HCO_{3a})
HGM - Hemoglobina Globular Média (HGM)
HIMSS - Healthcare Information and Management Systems Society
IC – Intervalo de Confiança
ICD-9-CM - International Classification of Diseases, 9th Revision, Clinical Modification
IHI - Institute for Healthcare Improvement
INE – Instituto Nacional de Estatística
INR - Índice internacional normalizado (INR) do tempo de protrombina
IOM - Institute of Medicine
LDH - lactato desidrogenase (LDH)
MLG – Modelos Lineares Generalizados
MLGM – Modelos Lineares Generalizados Mistos
MPV - Volume plaquetário médio (MPV)
NEHI - New England Healthcare Institute
NSTEMI - Enfarte agudo do miocárdio sem supradesnivelamento do segmento ST

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OMS – Organização Mundial de Saúde
OR – Odds Ratio
PCR – Proteína C-reativa
PIB - Produto Interno Bruto
pO₂ - Oxigénio no sangue (pO₂)
RDW-CV - Volume de células vermelhas no sangue
ROC – Receive Operating Characteristic
SAD – Sistemas de Apoio à Decisão
SAPS - System of Acute Physiology Score
SCA – Síndromes Coronárias Agudas
SEC - Sociedade Europeia de Cardiologia
SNS – Serviço Nacional de Saúde
sO₂ - Saturação de oxigénio no sangue
SPSS - Statistical Package for the Social Sciences
STEMI - Enfarte agudo do miocárdio com supradesnívelamento do segmento ST
TCO₂ - Taxa de dióxido carbono total no sangue
TP – Total da População
UCI – Unidade de Cuidados Intensivos
VVC – Via Verde Coronária

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO

O Grupo Técnico para a Reforma Hospitalar em 2011 refere no seu relatório que os “hospitais deverão adquirir a capacidade de medir o uso inapropriado de recursos, identificar as respetivas causas, para depois intervir sobre essas mesmas causas, reduzindo sistematicamente a dimensão da inapropriação” (Portugal. Ministério da Saúde, 2011). Mais refere que a base fundamental para a mudança que permitirá reduzir o desperdício e o mau desempenho, é a qualidade dos resultados clínicos, dos serviços prestados e da gestão (Portugal. Ministério da Saúde, 2011).

Os hospitais são o principal responsável pelos custos do Serviço Nacional de Saúde (Portugal. Ministério da Saúde, 2011; INE, 2015), representando 42,0% dessa despesa em 2013 (INE, 2015). Globalmente a despesa em saúde atingiu em 2013, 15.483,2 milhões de euros, o que corresponde a 9,1% do Produto Interno Bruto (PIB), prevendo-se para 2014 um aumento de 1,3% na despesa face a 2013, atingindo os 15.681,9 milhões de euros, mantendo os 9,1% face ao PIB (INE, 2015). Face à União Europeia, dos vinte Estados Membros que apresentaram resultados em saúde em 2012 (dados mais recentes no INE em 2015), Portugal era o sétimo país com o maior peso da despesa corrente no PIB (9,3%) ultrapassando a Grécia (9,2%), a Espanha (9,2%) e a Suécia (9,1%) (INE, 2015).

Nos Estados Unidos em 2012, os custos em saúde em percentagem do PIB representaram 17,9%. Desta percentagem cerca de 30 a 40% foi atribuído a sobreuso, subutilização ou utilização incorreta, duplicação, falhas no sistema, repetição desnecessária, comunicação deficiente e ineficiência (Barnes, Hamrock, Toerper, Siddiqui, & Levin, 2015), representando os custos indiretos dos hospitais de cama e dia por doente cerca de metade do total dos custos hospitalares, naquele país (Kalman, Hammill, & Schulman, 2015).

Neste contexto, o uso apropriado dos recursos hospitalares é importante para o controlo da despesa e para a melhoria dos resultados resultantes dos cuidados de saúde (Kulinskaya, Kornbrot, & Gao, 2005; Park et al., 2013). Para tal, é necessário balancear os interesses dos diferentes intervenientes: doentes, organizações de

saúde e Estado. Muitos tratamentos prestados resultam em benefício escasso e não se consegue uma resposta abrangente a todos os que dela necessitam (Kaplan & Babad, 2011).

Campos (2008) refere que se deve gastar melhor face aos elevados recursos disponíveis na saúde, devendo colocar-se a questão se é ou não possível ganhar eficiência, equidade e qualidade com o que a sociedade hoje disponibiliza para o efeito.

Conseguir tratar o doente distribuindo de forma eficiente os recursos requer um balanço entre os objetivos dos médicos e dos gestores, sendo um fator chave o fluxo do doente dentro da instituição. Uma gestão eficiente do fluxo do doente facilita o tratamento, reduz o tempo de espera (para exames, por exemplo), a exposição aos riscos associados à hospitalização (por exemplo, infeção hospitalar) e o uso eficiente de recursos (por exemplo, camas) (Barnes et al., 2015). É nesta perspetiva que o conhecimento do que influencia a estadia do doente no hospital é determinante para prever e adequar a gestão dos recursos e o tratamento do doente. Para esse fim têm de ser encontrados mecanismos que façam essa avaliação nas suas diversas dimensões. A duração de internamento e a mortalidade destacam-se como indicadores relevantes para esta gestão.

A duração de internamento, ligada ao domínio da eficiência, é vista como um indicador que interessa à qualidade. As estadias prolongadas aumentam o risco de desenvolvimento de eventos adversos, como infeções adquiridas no hospital, reações a medicamentos e outras complicações (Portugal. Ministério da Saúde, 2011; Barnes et al., 2015).

A duração de internamento é pois vista como um *proxy* do consumo de recursos (Soyiri, Reidpath, & Sarran, 2011; Barbini, Barbini, Furini, & Cevenini, 2014; Carter & Potts, 2014) e apesar da investigação que tem sido feita à volta da duração de internamento e da eficiência dos hospitais, a identificação dos casos problemáticos é feita tardiamente, já que grande parte dos estudos são efetuados de forma retrospectiva.

Por sua vez, a mortalidade, ligada ao domínio da qualidade de cuidados (Schiele et al., 2013), é um indicador amplamente usado para avaliação de resultados, embora a

sua utilização neste contexto seja controversa na literatura (Girling et al., 2012; Pouw et al., 2013; Dehmer et al., 2014; Li, 2014; Hogan et al., 2015). A par da duração de internamento, a identificação dos casos problemáticos é pela mesma razão, feita tardiamente. As unidades de cuidados intensivos são uma exceção a este padrão. A investigação sobre a previsão da duração de internamento e o risco de morte para gestão da estadia dos doentes nestas unidades é feita de forma prospetiva e assumida pelos profissionais na sua atividade (Meyfroidt et al., 2011; Barbini et al., 2014).

No entanto, a mortalidade, pela sua significância clínica, a sua relevância e o facto de ser facilmente entendível, é uma medida consensual entre os vários atores no processo de prestação de cuidados (Drye et al., 2012; Dehmer et al., 2014; Décano et al., 2015). Por estas razões, compreender os fatores que explicam os resultados na mortalidade e na duração de internamento e perceber a variação não justificada em termos de desperdício associado (mortes evitáveis e dias de internamento em excesso) é um desafio que se coloca a esta investigação.

Como tal, encontrar meios para avaliar se os doentes estão a receber os cuidados adequados no tempo devido torna-se essencial, revendo-se esta investigação como um potencial contributo.

Com base nestes pressupostos, a escolha do enfarte agudo do miocárdio (EAM) teve como propósito, por um lado, restringir numa fase inicial o campo de investigação da metodologia a desenvolver, para numa fase posterior poder ser estudada a sua generalização aplicando a metodologia encontrada. Por outro lado, o EAM reveste-se de especial importância porque apresenta elevada morbilidade e mortalidade a nível global e acarreta custos de tratamento elevados (Sayehmiri, 2012; OECD, 2013; DGS, 2014).

1.1. Pertinência no estudo da duração de internamento e da mortalidade no EAM

As doenças cardiovasculares são a principal causa de morte em Portugal e nos países da OCDE (OECD, 2013; Portugal. Ministério da Saúde. DGS, 2014), em linha com as projeções de mortalidade e morbilidade 2002 a 2020 de Mathers e Loncar (2006).

O impacto destas doenças, em particular na população mais idosa, é especialmente relevante. Segundo Cohen e outros, a incidência nos doentes entre os 65 e 74 anos é 10 vezes superior em comparação com os doentes entre os 35 e 44 anos de idade (Cohen, Manuel, Tugwell, Sanmartin, & Ramsay, 2014). A American Heart Association projetou para 2030 a incidência e os custos das doenças cardiovasculares nos Estados Unidos prevendo-se, face a 2010, mais 10% de doentes neste grupo de doenças e um aumento de 200% nos custos situando-se nos 808 mil milhões de dólares. É estimado que, para a doença coronária, onde se inclui o EAM, a incidência aumente 16,6% e os custos 198% (106,4 mil milhões de dólares em 2030) (Heidenreich et al., 2011). Estas projeções exigem que se olhe esta doença de uma forma integrada em todo o processo de continuidade de cuidados incluindo a da sua própria prevenção (Wang, Zhang, Ayala, Dunet, & Fang, 2013; Cohen et al., 2014).

A American Heart Association (AHA) refere também que os custos diretos do tratamento do enfarte irão aumentar nos Estados Unidos 238% (cerca de 96 mil milhões de dólares) entre 2010 e 2030, sendo a estimativa mais elevada entre as doenças cardiovasculares. Os custos indiretos, em particular por perda de produtividade, aumentarão 73% (cerca de 44 mil milhões de dólares), correspondendo a um aumento da prevalência da doença de cerca de 25%: 4 milhões de pessoas em 2030 (Heidenreich et al., 2011). É interessante referir que, de acordo com a AHA, cerca de 40,5% da população dos Estados Unidos terá uma doença cerebrovascular.

O conceito e tratamento do EAM

A definição de enfarte do miocárdio (EM) tem vindo a evoluir ao longo dos anos, como consequência da evolução tecnológica de equipamentos de diagnóstico, quer de marcadores cardíacos, quer de imagem (Thygesen et al., 2012). O primeiro consenso sobre a definição de EM data do ano 2000 (Thygesen et al., 2012 citando The Joint European Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee, 2000) tendo sido revisto em 2007, conduzindo a uma definição universal de EM (Thygesen et al., 2012 citando Thygesen et al., 2007) adoptado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (Thygesen et al., 2012 citando Mendis, et al. 2011).

A definição atualmente utilizada foi consensualizada em 2012 e decorre da necessidade de distinguir as várias condições que podem causar o EM: espontâneo (habitualmente relacionado com doença arteriosclerótica) e EM/lesão miocárdica

provocada por outros mecanismos (desequilíbrio entre necessidade e aporte de oxigénio a nível miocárdico e complicação de intervenções terapêuticas). O termo enfarte agudo do miocárdio (EAM) deve ser utilizado quando houver **evidência de necrose miocárdica** num contexto clínico consistente com isquémia aguda do miocárdio (Thygesen et al., 2012; Roffi et al., 2016). Nestas condições, qualquer um dos critérios da Figura 1-1 conduz ao diagnóstico de EAM.

Figura 1-1 - Definição de EAM



Fonte: Fonseca, 2012; Thygesen et al., 2012; Roffi et al., 2016

No EAM, o principal sintoma que dá início ao diagnóstico e tratamento é a dor no peito, sendo a sua classificação efetuada através de um eletrocardiograma, onde podem ser encontradas duas categorias de doentes (Hamm et al., 2011; Thygesen et al., 2012):

- Doentes com dor torácica aguda e elevação persistente do segmento ST (> 20 min) que reflete na maioria das vezes uma oclusão coronária total aguda. A maioria destes doentes irá desenvolver um enfarte agudo do miocárdio com elevação do segmento ST (STEMI). O objetivo terapêutico nestes casos é conseguir uma reperfusão rápida, completa e mantida através de angioplastia primária ou terapêutica fibrinolítica (Hamm et al., 2011).
- Doentes com dor torácica aguda mas sem elevação persistente do segmento ST: a estratégia inicial para estes doentes consiste em aliviar a isquémia e os sintomas e monitorizar o doente que levará à classificação do enfarte como EAM sem elevação do segmento ST (NSTEMI) ou angina instável (Hamm et al., 2011).

O tratamento do STEMI, NSTEMI e angina instável encontra-se definido em *guidelines* cuja evidência demonstrou serem efetivas para a melhoria de resultados (Steg et al., 2012). No entanto, e segundo a Sociedade Europeia de Cardiologia (SEC), as *guidelines* não se sobrepõem à responsabilidade individual dos profissionais de saúde de tomarem as decisões que julguem mais adequadas de acordo com o doente que se lhes apresenta (Hamm et al., 2011). Com a participação de vários países europeus, a SEC definiu *guidelines* tanto para o tratamento do NSTEMI, quer para o tratamento do STEMI (Hamm et al., 2011; Steg et al., 2012), que serão analisadas de seguida, dada a sua importância no desenrolar da presente investigação (com especial relevância no STEMI), como adotando as mesmas para avaliação de resultados. De referir que estas *guidelines* foram adoptadas pela Sociedade Portuguesa de Cardiologia (Fonseca & Mimoso, 2011; Fonseca & Santos, 2012):

- O STEMI

Diz-nos a SEC que o diagnóstico atempado do STEMI é essencial para a gestão do episódio. Esta gestão do episódio envolve o diagnóstico e o tratamento do EAM e começa no primeiro contato médico (que pode ser um paramédico, médico ou outro profissional de saúde em ambiente pré hospitalar ou na urgência hospitalar). Assim, a prevenção dos atrasos é crítica na gestão do STEMI e a sua minimização está associada a melhores resultados (Steg et al., 2012).

Citando vários autores, a SEC refere que a mortalidade no STEMI é influenciada por vários fatores: idade, resultado do algoritmo *Killip class*, demora até ao tratamento, modo de tratamento, história de EM anterior, diabetes mellitus, doença renal, número de artérias coronárias com doença, fração de ejeção, e tratamento (Steg et al., 2012). Os procedimentos para tratamento do STEMI são os seguintes (Steg et al., 2012):

- Angioplastia primária – intervenção percutânea urgente no âmbito do STEMI sem tratamento fibrinolítico anterior, apresentando-se como a estratégia de reperfusão ideal .
- Angioplastia de recurso – angioplastia de emergência quando a fibrinólise não é bem sucedida.
- Fibrinólise/trombólise – importante estratégia de reperfusão em particular nas situações em que a angioplastia primária não pode ser efetuada dentro dos tempos recomendados.

- Cirurgia de bypass coronária - o número de doentes que necessita desta cirurgia é pequeno, sendo efetuada em doentes que não podem fazer angioplastia.
- Doentes sem reperfusão - doentes que chegam ao serviço de saúde mais de 12h após o início da sintomatologia e sem dor torácica. Nestes doentes, necessariamente com pior prognóstico, a reperfusão só deverá ser realizada após demonstração de isquemia.

- O NSTEMI e Angina Instável

O síndrome coronária aguda sem elevação do segmento ST é uma condição coronária instável, propensa a recorrências isquémicas e outras complicações que podem conduzir à morte ou EM no curto e longo prazo. A diferença entre diagnóstico de NSTEMI e de angina instável é feita através de resultados analíticos (Fonseca & Mimoso, 2011; Hamm et al., 2011).

Nestes doentes existem diversas condições que determinam o risco clínico do doente, em particular a idade avançada, diabetes, insuficiência renal e outras comorbilidades. Os sintomas em repouso que têm um pior prognóstico que os sintomas aparentes apenas com esforço físico, são a existência de taquicardia, hipotensão ou insuficiência cardíaca à chegada do doente (Fonseca & Mimoso, 2011; Hamm et al., 2011).

A variabilidade associada à DI e mortalidade no EAM

Apesar de nas décadas recentes terem sido introduzidas novas tecnologias para tratamento do EAM que, em conjunto com as *guidelines* definidas, tiveram forte impacto quer na redução das taxas de mortalidade, quer na duração de internamento, continua a observar-se uma variabilidade relevante na duração de internamento (entre 3,9 na Dinamarca e 11,6 na Coreia em 2011) e na mortalidade a 30 dias (entre 3,0 na Dinamarca e 27,2 no México em 2011) (OECD, 2013).

Já Philbin e outros em 1997, referiram a existência de variabilidade significativa na duração de internamento e na mortalidade entre hospitais da região de Nova Iorque (Philbin et al., 1997). Segundo a OCDE (2013) nem todos os doentes têm acesso aos tratamentos recomendados, o que conduz a variações no consumo de recursos e

qualidade no tratamento, afetando em particular a duração de internamento e a mortalidade.

Nestes indicadores, Portugal posiciona-se acima da média da OCDE tanto na duração de internamento como na mortalidade com 7,9 dias e 8,4% respetivamente (OECD, 2013), observando-se uma melhoria destes indicadores em 2013, segundo dados da DGS (2014).

Perante este cenário, a presente investigação pretende estudar os fatores preditivos das diferenças nos resultados de duração de internamento e de mortalidade em doentes com EAM. Pretende assim contribuir para a possibilidade de médicos e gestores disporem de planeamento adequado e na altura certa da prestação de cuidados ao doente, sendo uma mais valia de que todos poderão beneficiar (Sayehmiri, 2012; Barbini et al., 2014).

A investigação foi estruturada de forma a dar resposta às seguintes perguntas:

- Existem diferenças no tratamento do EAM quer na duração de internamento quer na mortalidade?
- Como se distribuem essas diferenças entre a oferta, pelas suas características e a procura (condições do doente)?
- Como avaliar a dimensão do desperdício resultante do processo de gestão do fluxo e tratamento do doente com EAM?
- Será possível encontrar ferramentas que, de uma forma sistemática e com recurso aos dados disponíveis nos sistemas de informação dos hospitais, possam evitar parte do desperdício?
- Como disponibilizar em tempo útil a informação que permite aos diversos níveis de decisão no hospital, profissionais de saúde e gestores, uma gestão adequada do internamento e da continuidade da prestação de cuidados?

recorrendo à estrutura de desenvolvimento a seguir apresentada.

1.2. Estrutura do trabalho

O trabalho está organizado em seis capítulos:

1. Introdução – presente capítulo;
2. Enquadramento teórico;

3. Problema e objetivos da investigação;
4. Estudo do EAM - duração de internamento e mortalidade ao nível do hospital
5. Estudo do EAM - fatores preditivos para a duração de internamento e mortalidade ao nível do doente;
6. Conclusões.

Atendendo a que o conceito de desperdício surge associado às diferenças nos resultados entre prestadores, o enquadramento teórico contém uma reflexão do estado da arte sobre a importância deste conceito, como pode ser reduzido através das decisões clínicas e de gestão com uma abordagem aos sistemas de apoio à decisão enquanto ferramentas que podem ajudar a reduzir esse desperdício. Em seguida é abordada a medida do desperdício e, neste âmbito, a importância dos indicadores em estudo (duração de internamento e mortalidade) e respetivos fatores que explicam diferenças entre resultados. Por último, são apresentados exemplos de modelos preditivos relacionados com os indicadores em estudo.

A seguir são definidos o problema e objetivos de investigação, desenvolvendo-se nos capítulos seguintes a investigação em dois capítulos distintos:

- o estudo do EAM na duração de internamento e na mortalidade ao nível do hospital;
- o estudo dos fatores preditivos para a duração de internamento e mortalidade ao nível do doente no EAM.

Para cada um destes capítulos é apresentada:

- a metodologia de análise;
- os resultados;
- a discussão metodológica;
- a discussão de resultados.

O último capítulo, de conclusões, contém uma abordagem integrada dos dois estudos desenvolvidos.

Capítulo 2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A qualidade representa na saúde um pilar fundamental na prestação de cuidados e assume-se como capaz de oferecer diferentes perspetivas consoante quem percebe essa mesma qualidade: profissionais de saúde, gestores, tutela ou o doente (Buttell, Hendler, & Daley, 2008). Como resultado destas diferentes perspetivas, diferentes abordagens são consideradas na forma de gerir e medir a qualidade (Buttell et al., 2008; Portugal. Ministério da Saúde, 2011).

Donabedian (1985) definiu três dimensões para a qualidade – estrutura, processos e resultados. É sobre estas três dimensões que a qualidade é avaliada e sobre as quais são definidos os respetivos indicadores. Neste contexto, entende-se que a qualidade pode ser medida através dos resultados. Entendendo-se como resultados em saúde a mudança no estado de saúde do doente resultante dos cuidados prestados (Buttell et al., 2008).

Um dos principais instrumentos para avaliação e melhoria da qualidade em saúde é a comparação entre instituições e, mais recentemente, uma abordagem à identificação do desperdício. Kaplan, citando Berwick, 2011 diz que “a **redução do desperdício** [...] é a dimensão da qualidade dos nossos tempos. Em larga medida, melhorar os cuidados e reduzir o desperdício são uma e a mesma coisa” (Kaplan, 2012). A OMS refere que reduzir o erro e eliminar o desperdício é responsabilidade dos gestores, devendo ser implementados instrumentos que os permitam identificar e medir (OMS, 2010) colocando-os ao serviço da melhoria da qualidade através de ambientes saudáveis de discussão dentro das instituições (Campos, 2015).

Nesta perspetiva, o desperdício e a sua importância no domínio da avaliação de resultados norteia a abordagem ao ponto seguinte.

2.1. Conceito de desperdício em saúde e sua importância

Dehmer e outros perspetivam que no futuro se pague mais pelos gastos em saúde, o que conduzirá a que se exija também mais valor pelo que se paga. Ou seja, a procura será orientada por qualidade e valor nos cuidados de saúde e baseada em informação transparente e fiável (Dehmer et al., 2014). Um outro fator não negligenciável é o envelhecimento da população que, combinada com tratamentos cada vez mais caros e em conjunto com a incapacidade dos hospitais tomarem decisões de forma integrada nos diversos níveis de decisão do hospital e do sistema em si, resultam em ineficiências (Ma & Demeulemeester, 2013).

Estes factos revestem-se de um desafio para os países e para as instituições no sentido de fazerem melhor, apostarem em melhor informação e conseguirem fazê-lo com maior eficiência, identificando os desperdícios (OMS, 2010; Portugal. Ministério da Saúde, 2011; Resar, Griffin, Kabcenell, & Bones, 2011).

O conhecimento do desperdício nas suas diversas dimensões torna-se assim um importante indicador de melhoria dos resultados, permitindo perceber a eficiência de determinada prática ou procedimento, em função de outra (Baptista, 2014). A avaliação da variação de resultados e dos processos nos cuidados de saúde apresenta-se como uma ferramenta essencial no conhecimento do desperdício (Mulley, 2013), o qual poderá não só originar um fator de custo para o sistema de saúde mas também um dano para o doente (Delaune & Everett, 2008; Mulley, 2013; Nassery, Segal, Chang, & Bridges, 2015).

O desperdício em saúde é definido pelo *New England Healthcare Institute* (NEHI) como “os gastos com os cuidados de saúde que podem ser eliminados sem reduzir a qualidade de tratamento” (Delaune & Everett, 2008) e pelo *Institute for Healthcare Improvement* (IHI) como “qualquer atividade ou recurso numa organização que não acrescenta valor ao consumidor final” (Resar et al., 2011).

Dos recursos gastos em saúde, cerca de 20-40% são desperdiçados (Delaune & Everett, 2008; OMS, 2010; Berwick & Hackbarth, 2012; Mulley, 2013) sendo enorme o potencial de redução do desperdício (Berwick & Hackbarth, 2012).

A Organização Mundial de Saúde (OMS), citando um trabalho de Hollingsworth (2008), diz que a eficiência hospitalar, em média, era cerca de 85%, significando que os

hospitais poderiam fazer 15% mais do que atualmente com os mesmos custos, ou atingir o mesmo nível de serviços com menos 15% dos custos. Este estudo calculou uma perda anual de cerca de 300 mil milhões US\$ em ineficiências associadas aos hospitais, através da aplicação desta taxa de ineficiência de 15% para a proporção das despesas totais em saúde consumidas pelos hospitais em cada região de rendimento a nível mundial (OMS, 2010).

Também o *Institute of Medicine* (IOM), citando os trabalhos de Farrell et al. (2008), IOM (2010) e Wennberg et al. (2002), estimou o desperdício em cuidados de saúde no sistema de saúde Norte Americano, incluindo os hospitais, em 750 mil milhões US\$ (IOM, 2012).

Em Portugal, a Fundação Francisco Manuel dos Santos, num estudo sobre Custos e preços na Saúde, estimou cerca de 883 milhões de euros de custos em excesso, dos quais aproximadamente 40% são associados ao internamento hospitalar, com especial incidência nos dias de internamento em excesso (Costa, Santana, & Lopes, 2013).

Em Portugal, a identificação operacional do desperdício nas Instituições de Saúde não é ainda uma prática corrente mas já se encontram estudos nesta área. Um estudo recente de Baptista, Magalhães e Chaves que quantificou o desperdício na preparação de citotóxicos, chegou à conclusão que neste processo o desperdício era cerca de 125.000€/ano numa instituição (Baptista, Magalhães, & Chaves, 2015).

É também referido por Delaune e Everett (2008) que esta é uma área reconhecida como uma oportunidade muito pouco estudada tanto na identificação do desperdício como no desenvolvimento de soluções para a sua redução. Redução esta que passa pela colaboração entre os diversos atores no processo de prestação de cuidados desde logo para conseguir perceber efetivamente onde e porquê o desperdício existe.

Neste enquadramento, podemos dizer que esta mudança reside nos atores do processo de prestação de cuidados, onde se incluem gestores e profissionais de saúde. Através das suas decisões o desperdício pode ser reduzido, assumindo-se o entendimento dessas decisões como um importante instrumento para o desenvolvimento do conhecimento nesta área e de metodologias que suportem essas decisões, o qual será desenvolvido no ponto seguinte.

2.2. Os modelos preditivos e a tomada de decisão

2.2.1. Contextualização dos modelos preditivos

Os modelos preditivos assumem cada vez maior importância no apoio à decisão médica na prática clínica e na gestão dos serviços (Barbini et al., 2014). Como tal, devem ser estudadas as melhores práticas nesta área do conhecimento colocando estes instrumentos disponíveis na prática diária dos profissionais de saúde (IOM, 2012; Ma & Demeulemeester, 2013).

O estudo *Better Care at Lower Cost* do IOM (2012) recomenda que os sistemas clínicos de apoio à decisão e de gestão do conhecimento sejam prática na rotina diária da prestação de cuidados, segundo a melhor evidência e *guidelines* atuais, devendo as organizações de saúde promover a adoção deste tipo de ferramentas. Mais refere que a formação dos médicos deve incluir o ensino de metodologias que apliquem e façam a gestão da evidência baseada nas melhores práticas (IOM, 2012).

Esta mesma ideia é reforçada por Steyerberg e outros, que acrescentam que estes instrumentos têm de ser modelados e atualizados caso a caso, de modo a adaptarem-se às especificidades dos doentes e assim produzirem previsões com maior validade (Steyerberg, Eijkemans, Boersma, & Habbema, 2005).

A construção de um modelo preditivo que suporte um sistema de apoio à decisão (SAD) envolve um conjunto de etapas, todas com impacto no resultado final desse modelo. Estas etapas têm de estar garantidas de modo a obter o melhor resultado ao nível da fiabilidade, consistência, facilidade de utilização e facilidade de adaptação a realidades diferentes daquela em que o sistema foi desenvolvido (Barbini et al., 2014).

Assim, serão explorados nos pontos seguintes diversas matérias essenciais para a construção de um modelo preditivo e de um SAD:

- a importância da informação;
- a qualidade da informação;
- a definição do processo de tomada de decisão e dos SAD.

2.2.2. A importância da informação no processo de tomada de decisão

Nos últimos anos observou-se um desenvolvimento dos sistemas de informação na área da saúde, essencialmente clínicos, que levaram ao armazenamento de enormes quantidades de dados. O relatório de 2008 da *Healthcare Information and Management Systems Society* (HIMSS) dos EUA (HIMSS, 2008), sobre uma perspetiva global em vários países da implementação de processos clínicos electrónicos, inicia com a frase “*Healthcare information technology is a sleeping giant*”, podendo dizer-se que ainda existe um longo caminho a percorrer neste domínio.

Da mesma forma, só recentemente as organizações de saúde começaram a adoptar e a implementar conceitos como a gestão do conhecimento ou o *business intelligence* (Kothari, Hovanec, Hastie, & Sibbald, 2011) através da aplicação de instrumentos como o *data mining* (Han & Kamber, 2001; Ramos & Santos, 2003; Freitas, 2006; Turban, Aronson, Liang, & Sharda, 2007) ou o *big data* que incorpora conhecimento de dados não estruturados, até aqui impossíveis de serem trabalhados (Gandomi & Haider, 2015).

Estas técnicas de pesquisa de dados só fazem sentido se influenciarem o processo de decisão (Gandomi & Haider, 2015). O potencial destas tecnologias será essencial para no futuro fazer evoluir o conhecimento na área da saúde, permitindo a descoberta de novos dados que possam ser estudados possibilitando a descoberta de novos fatores influenciadores do risco dos doentes nas suas diversas dimensões.

2.2.2.1. A exploração da informação

A capacidade de explorar informação baseia-se numa exploração hierárquica de dados, informação e conhecimento (Figura 2-1) (Loshin, 2003; Turban et al., 2007). Estas três dimensões são muitas vezes confundidas pelo que é importante no contexto deste trabalho definir cada uma delas:

Figura 2-1 - Pirâmide de abstração



Dados – um conjunto de observações, factos, eventos do mundo real, isoladamente desprovidos de significado;

Informação – dados providos de contexto e de significado como resultado das relações estabelecidas entre os diversos valores dos dados;

Conhecimento – entendimento da informação baseado em padrões reconhecidos de tal forma que

permita a sua compreensão e possibilite um plano de ação.

Como referido em Turban e outros (2007) “o conhecimento é informação em ação”. Reveste-se então de especial importância a qualidade dos dados que suportam qualquer sistema de tomada de decisão. Loshin (2001) diz-nos que a gestão do conhecimento “*é um pilar que deve permanecer firme num pedestal de dados qualificados*”, sendo que a informação e o conhecimento de valor extraordinário que se podem extrair dos dados evidenciam a importância destes, constituindo o principal suporte na tomada de decisão.

Embora nunca sejam tão perfeitos como se esperaria e desejaria, a fraca qualidade dos dados é uma realidade e nenhuma organização se encontra imune à existência de problemas de qualidade nos seus dados, influenciando negativamente a informação e o conhecimento que contêm; constituindo um obstáculo à sua efetiva utilização (Oliveira, 2008; Vest, Issel, & Lee, 2014).

Num número crescente de organizações que consideram os dados como um dos seus ativos mais importantes, a opção por elevados níveis de qualidade constitui um investimento estratégico para que se preserve o valor deste ativo (Loshin, 2001; Vest et al., 2014).

Na saúde, estes aspetos são cruciais para a promoção da eficiência das organizações. O financiamento dos hospitais depende de registos corretos para

poderem faturar os serviços prestados. A codificação, da qual depende a qualidade dos registos médicos no processo clínico, influencia não só esse financiamento como a investigação clínica e a avaliação de desempenho das instituições, entre outras.

Outra variável a ter em conta no processo de exploração de informação é a sua disponibilidade. Apesar do grande volume de informação disponível através dos sistemas de informação, a sua disponibilização aos decisores e ao público em alguns casos sofre sérias restrições devido essencialmente a fatores como a privacidade, a propriedade dos dados e o quadro legal muitas vezes inadequado ao presente, dificultando o uso dos dados como informação útil a todos os atores do processo (Kaplan & Babad, 2011).

Também no domínio médico a qualidade dos dados e consequentemente da informação recolhida do estado do doente é essencial para a tomada de decisão médica. O diagnóstico médico recorre intensamente a dados mas baseia-se essencialmente no conhecimento (Nykanen, 2000). O médico inicia o processo de prestação de cuidados médicos através da recolha de dois tipos de dados clínicos: os sintomas e os sinais vitais que, conjugados com a história clínica do doente, permitem um primeiro diagnóstico de doença. Completo o diagnóstico, o médico usa o conhecimento adquirido para formular o prognóstico do doente e a estratégia de tratamento (Hornbrook, 1982a, 1982b).

As relações entre as várias partes da informação podem ser complexas e a capacidade de interpretação não está sempre disponível no local e no momento necessário, para além de que o volume de conhecimento e de informação relevante numa tomada de decisão é avultado. Esta sobrecarga de informação pode levar a ignorar ou a interpretar incorretamente descobertas fora do normal porque a seleção de informação é difícil (Nykanen, 2000).

Segundo o mesmo autor, num contexto organizacional, o conhecimento tem uma natureza ativa e subjetiva e a criação do conhecimento pode ser vista como um processo organizacional. Dois tipos de conhecimento estão envolvidos na tomada de decisão: o científico e o gerado pela experiência. O científico trata de compreender os princípios e as relações básicas que explicam e justificam o fenómeno empírico. O conhecimento gerado na experiência da prestação de cuidados de saúde é originado a partir dos casos documentados de doentes e de *guidelines* validadas. Na tomada de

decisão, o conhecimento científico e o gerado pela experiência entrecruzam-se e complementam-se podendo ser visto como tácito ou explícito.

O conhecimento tácito descreve as competências. Tem uma qualidade pessoal, é orientado à ação e é difícil de formalizar e comunicar. O conhecimento explícito pode ser explicado através de uma determinada forma, por exemplo verbalmente (Nykanen, 2000).

A importância da gestão do conhecimento numa organização de cuidados de saúde é cada vez mais um meio essencial para a prática médica. Artigos científicos, revistas, registos dos doentes e outros suportes de referência são vastamente consultados no desenvolvimento de *guidelines* de cuidados e de protocolos de tratamento no sentido de compilar e sistematizar o conhecimento médico. O objetivo é desenvolver metodologias harmonizadas que podem ser aplicadas e usadas de acordo com as necessidades de cada caso. A medicina baseada na evidência pretende desenvolver modelos probabilísticos operacionais baseados na experiência da prática médica.

Segundo Costa, F.L. (2005) a falta de acesso à informação conduz a perda de produtividade e de eficiência e é da conjugação de saberes complementares que o bom senso e o bom uso do conhecimento e dos recursos pode levar a uma prestação de cuidados mais efetiva e eficiente.

O poder da informação que existe nos hospitais, grandes geradores de informação armazenada em bases de dados, está à nossa disposição para poder ser trabalhada. Mas qual é a informação relevante para nos ajudar a tomar decisões?

É neste processo que as ferramentas de apoio à decisão nos podem ajudar, extraindo o que é relevante e, em conjunto com o conhecimento humano, optar pela decisão melhor fundamentada.

2.2.2.2. A tomada de decisão

Pretende-se neste capítulo explorar teoricamente em que consiste a tomada de decisão ligando-a ao processo de conhecimento descrito no ponto anterior e ao conceito de sistemas de apoio à decisão, ou seja, a forma como podemos suportar o decisor na tomada de decisão baseada em algoritmos.

O processo da tomada de decisão

O suporte à decisão é, como o próprio nome indica, uma ajuda a quem tem de tomar uma decisão (Bohanec, 2009). A tomada de decisão pode ser definida como um processo mental que envolve a análise de várias alternativas para escolha daquela que melhor se adapte aos objetivos do decisor. Este processo é ainda apontado como uma das manifestações mais complexas do comportamento humano quando tomado de forma livre e consciente (Zvezdan Pirtošek, Georgiev, & Gregorič-Kramberger, 2009), sendo assim o decisor responsabilizado pelas suas consequências, irreversíveis, apenas afetáveis com novas decisões.

A tomada de decisão envolve um processo onde são definidas como entradas as diferentes alternativas ou o conhecimento apreendido sobre um determinado tema e o objetivo a que se destina essa tomada de decisão. O resultado deste processo poderá ser uma ação ou uma opinião. Várias atividades ou etapas relacionadas com este processo foram identificadas por Bohanec (2009) que as descreve da seguinte forma:

1. Identificar o problema;
2. Recolher e validar informação relevante;
3. Identificar decisões alternativas;
4. Antecipar as consequências das decisões tendo em conta as diferentes alternativas;
5. Tomar a decisão;
6. Informar sobre a decisão e o racional que suportou essa decisão;
7. Implementar a decisão tomada;
8. Avaliar as consequências.

Bohanec (2009) classificou a tomada de decisão em dois grupos: ciências da decisão e sistemas da decisão. O primeiro preocupa-se com a tomada de decisão humana e a segunda com a tomada de decisão automatizada que abrange disciplinas como a inteligência artificial. No contexto deste trabalho o foco será na tomada de decisão humana que, segundo o mesmo autor, poderá ser abordado segundo três grandes grupos:

1. A racionalidade da tomada de decisão é normativa. Implica a identificação da decisão óptima num cenário ideal em que o decisor detém toda a informação que lhe permite avaliar com rigor e de forma racional. Alguns métodos

desenvolvidos neste âmbito são essencialmente teóricos e abordam temas como a teoria da decisão, a teoria da utilidade multi-atributo e a teoria do jogo citando o autor French (1986).

2. A forma da tomada de decisão é descritiva. Habitualmente usada nas ciências cognitivas, corresponde à forma como as pessoas são racionais só até determinado ponto, tendendo a usar aproximações e simplificações para decidir entre as diferentes alternativas. Estas simplificações conduzem frequentemente a desvios sistemáticos e a erros significativos.
3. O terceiro grupo preocupa-se com o suporte à decisão. Como melhorar a tomada de decisão das pessoas tendo em conta o conhecido sobre a racionalidade da tomada de decisão e o comportamento na realidade neste processo, suportado por metodologias e ferramentas. A tomada de decisão final caberá sempre ao profissional com base em conhecimento adicional providenciado por uma ferramenta. É neste grupo que se insere esta investigação.

A classificação do problema de tomada de decisão

Os problemas da tomada de decisão podem ser classificados segundo várias dimensões (Nykanen, 2000; Turban, *et al*, 2007; Bohanec, 2009). No contexto desta investigação interessa destacar a natureza (estruturadas, semiestruturadas e não estruturadas) e o âmbito (decisões por níveis de gestão da organização: estratégicas, táticas e operacionais) das decisões, dimensões estas que se relacionam entre si: à medida que o âmbito da decisão sobe no nível organizacional, mais a decisão se torna não estruturada. Conforme referido, a natureza da decisão refere-se a (Nykanen, 2000; Turban, *et al*, 2007; Bohanec, 2009):

- Decisões estruturadas - existe um procedimento bem definido da tomada de decisão, ou seja, as entradas, saídas e procedimentos internos são conhecidos e podem ser especificados, podendo ser tratados de forma automatizada.
- Decisões semiestruturadas – existem alguns elementos estruturados, mas nem todos, não sendo possível especificar pelo menos um dos componentes, recorrendo aos sistemas de informação como auxiliar no processo de tomada de decisão.
- Decisões não estruturadas – todos os componentes são não estruturados e geralmente aplicam-se a novas situações, à inovação, a situações complexas,

podendo ainda assim os sistemas de informação auxiliar na tomada de decisão mas de forma indireta e com um baixo nível de suporte.

No contexto deste trabalho podemos definir o problema de tomada de decisão como uma decisão semiestruturada que se posiciona ao nível operacional da organização, mas que no entanto, e como resultado da sua monitorização, poderá ter implicações em decisões de nível tático e estratégico. É neste âmbito que se apresentam no capítulo seguinte conceitos associados aos sistemas de apoio à decisão e a modelos de desenvolvimento.

Sistemas de apoio à decisão

Embora não exista um conceito universal para Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) podemos defini-los como um sistema de informação automatizado que suporta os decisores, principalmente na resolução de problemas semiestruturados e não estruturados. O enfoque está na busca da informação relevante para o problema em questão e na sua apresentação de uma forma que permita melhorar a decisão (Turban et al., 2007; Bohanec, 2009 citando Mallach, 2000 e Power, 2002; Barnes et al., 2015).

Os SAD podem ser aplicados à medicina, colocando a informação à disposição do médico, onde e quando ela for necessária, pois torna-se progressivamente mais difícil a prática da medicina sem o auxílio das tecnologias da informação. Estas ferramentas baseiam-se em princípios de análise de decisões, que organizam e esclarecem informações importantes quanto aos riscos e benefícios de cada tratamento possível, simplificando o processo de decisão para o paciente e para o médico.

Os primeiros SAD, que se baseavam em estatística Bayesiana e na teoria da decisão, datam de 1959, quando Ledley e Lusted, citados por Nykanen (2000), demonstraram que a razão médica tinha como componentes essenciais o raciocínio lógico e probabilístico e apontaram o computador como o instrumento adequado para auxiliar o processo de diagnóstico. Durante os anos 60 e 70 vários foram os programas baseados em exploração de dados e usando técnicas de reconhecimento de padrões, desenvolvidos para problemas de diagnóstico, onde se demonstrou a possibilidade de grande exatidão que podia ser atingida por estes sistemas quando suportados em dados fiáveis e precisos. Exemplo destes primeiros sistemas é o caso de um programa que ajudava a determinar a necessidade de cirurgia imediata baseada na análise das

dores abdominais agudas. Foi amplamente usado, e com grande sucesso, porque estava suportado numa base de dados fiável com grande número de casos. Também é apontado que o sucesso se deveu ao foco num problema de classificação onde todas as variáveis necessárias eram definidas e medidas de forma fácil e rápida, abreviando o diagnóstico numa situação de emergência (Nykanen, 2000 citando deDombal, 1978 e Ikonen, et al., 1983; Alder et al., 2014).

Durante os anos 80 a evolução do hardware e software conduziu a alterações tanto no domínio das aplicações como da tecnologia usada, tornando mais fácil o desenvolvimento de sistemas inteligentes distribuídos. Nos anos 90, devido ao desenvolvimento da Internet e dos sistemas multimédia, a inteligência artificial integrou-se nos sistemas de informação tradicionais, tornando-se uma área de cada vez maior interesse para o suporte à decisão nos cuidados de saúde e na medicina, integrando instrumentos como *machine learning*, redes neuronais ou algoritmos genéticos (Nykanen, 2000; Alder et al., 2014; Barnes et al., 2015).

Barnes e outros (2015) referem que existe um grande potencial para que os modelos preditivos possam automatizar determinados processos de gestão, eliminando ou suportando de forma mais precisa os gestores e os profissionais de saúde, nomeadamente no algoritmo desenvolvido pelos autores com recurso a uma *machine learning* com vista a prever a alta dos doentes, numa base diária.

É neste enquadramento que estes sistemas devem ser vistos como auxiliares para redução do desperdício, percebendo o ambiente em que devem ser desenvolvidos. Para tal, é necessário, em primeiro lugar, medir esse desperdício, o que será abordado no ponto seguinte.

2.3. A medição do desperdício

O IHI categoriza o desperdício segundo três áreas distintas decorrentes do processo de cuidados (Resar et al., 2011):

- Eventos adversos e complicações - Eventos adversos e complicações decorrentes dos cuidados em ambiente hospitalar.
- Uso inapropriado dos serviços clínicos - A utilização sistemática de mais (ou menos) recursos do que o necessário.
- Atrasos ou falta de coordenação de cuidados - Ineficiências no fluxo, transferências entre serviços, comunicação e coordenação entre prestadores de serviços e entre pacientes, profissionais e famílias.

Adicionalmente a estas três categorias, Berwick e Hackbarth acrescentaram mais três dimensões (Berwick & Hackbarth, 2012): complexidade administrativa; falhas nos preços; fraude ou abuso, referidas também por Delaune e Everett (2008) e no relatório *Better Care at Lower Cost* (IOM, 2012).

Iremos focar a atenção nas três primeiras categorias apontadas pelo IHI (Resar et al., 2011) a seguir descritas, com as medidas identificadas na literatura para cada uma delas (Quadro 2-1).

Quadro 2-1 – Dimensões do desperdício

Categorias	Medidas
Eventos adversos e complicações Falhas na prestação	Readmissões; Infecções nosocomiais; Complicações relacionadas com procedimentos; Reações adversas a medicamentos; Não adoção de melhores práticas na prestação de cuidados com reflexo em piores resultados, como a mortalidade
Uso inapropriado dos serviços clínicos Sobreprodução Sobreprodução sistemática	Opção por meios de diagnóstico com maior custo em função de outros; Dias de internamento em excesso; Admissão inadequada ao internamento hospitalar; Uso inapropriado de antibióticos; Cirurgias em excesso; Procedimentos de elevado custo e sem benefício para a saúde do doente, incluindo piores resultados
Atrasos ou falta de coordenação de cuidados	Cuidados fragmentados; Atrasos nos resultados laboratoriais; Readmissões; Complicações; Dias de internamento em excesso; Camas a aguardar doentes para admissão ou de cirurgias

Fonte: Adaptado de Resar, Nolan, Kaczynski, & Jensen, 2011; Berwick & Hackbarth, 2012; IOM, 2012; Baptista, 2014; Nassery et al., 2015

Da análise do quadro destacamos na primeira categoria, a não adoção de melhores práticas na prestação de cuidados com reflexo em piores resultados, como a mortalidade, e na segunda e terceira categorias, os dias de internamento em excesso. Assumem-se aqui como importantes medidas de avaliação do desperdício a duração de internamento e a mortalidade; esta última como falha de resultado na prestação de cuidados por omissões, tratamento incorreto e complicações resultantes dos cuidados de saúde (Delaune & Everett, 2008; Hogan et al., 2015).

O desperdício pode então ser medido por estes dois indicadores e tem sido estudado através das suas diferenças (Delaune & Everett, 2008; Mulley, 2013; Burns, Dyer, & Bailit, 2014; OECD, 2014). Desenvolve-se de seguida cada indicador, detalhando em que consiste, como é construído e como é aplicado com base na literatura existente.

2.3.1. A duração de internamento

A duração de internamento (DI) conforme identificado, é uma importante medida de avaliação do desperdício, refletindo-se em dias em excesso (Resar et al., 2011). A identificação destes dias em excesso é apontada como uso inapropriado de recursos, devendo os hospitais adoptar a sua identificação como uma prática com vista a reduzir a dimensão de inapropriação (Portugal. Ministério da Saúde, 2011), a controlar os gastos e os resultados em saúde (Kulinskaya et al., 2005; Park et al., 2013).

Comparando com outro indicador de consumo de recursos, os custos, a DI tem a vantagem de ser fácil de obter, ser fiável e ser amplamente utilizada em investigação. Além de ser um *proxy* de consumo de recursos (Soyiri et al., 2011; Wang et al., 2013; Barbini et al., 2014; Carter & Potts, 2014; Li et al., 2015), tem sido estudada também como indicador cuja gestão pode ter impacto indireto em indicadores como a mortalidade, readmissões e complicações (Saczynski et al., 2010; Drye et al., 2012). A DI é apontada por Tran e outros (2003) como indicador de resultados devido à sua importância clínica a par do alinhamento com a prática baseada na evidência (Tran, Lee, Bscn, Higginson, & Grant, 2003).

A aplicação da DI enquanto medida do desperdício (dias em excesso) através da análise da diferença entre os hospitais tem evidências da sua aplicabilidade na literatura (Häkkinen et al., 2014; Walsh, Onega, & Mackenzie, 2014).

O conceito de dias em excesso está associado, conforme já referido, ao uso inadequado de recursos e ineficiências organizacionais, nomeadamente na gestão do fluxo do doente e, em particular, na gestão da alta (Hammond, Phillips, Pinnington, Pearson, & Fakis, 2009; Hammond, Pinnington, & Phillips, 2009; Barnes et al., 2015). A origem das altas inadequadas pode dever-se a diversos fatores intrínsecos ao próprio internamento (causas endógenas) ou à falta de gestão da alta do doente (causas exógenas – disfunção externa ao hospital podendo estar relacionada com os doentes, com o contexto médico-social ou com a inexistência de camas para continuidade de cuidados) (Hammond et al., 2009; Fontaine et al., 2011), podendo ser estudada sobre diversas perspetivas: as precoces e as tardias (Shams, Ajorlou, & Yang, 2015). Ambas podem ter implicações nos resultados em saúde e originar custos adicionais para o sistema de saúde (Costa, F.L., 2005; Drye et al., 2012). Embora existam estudos onde também evidenciam que DI mais curtas não têm impacto em piores resultados em saúde (Saczynski et al., 2010).

McDonagh, Smith e Goddard identificaram, em 2000, numa revisão sistemática de investigação de métodos de avaliação da adequação do uso de camas hospitalares, uma percentagem superior a 20% de dias de uso inadequados (McDonagh, Smith, & Goddard, 2000).

Num estudo de Hammond, Phillips, Pinnington, Pearson e Fakis (2009) encontraram uma DI inadequada em 63% (52,1-72,7 IC 95%) dos doentes estudados (81) em que 90% tinham uma DI demasiado longa. Esta investigação foi efectuada com recurso ao Protocolo de Revisão de Utilização, o qual tem sido recomendado também em Portugal (Portugal. Ministério da Saúde, 2011). No entanto, devido à sua difícil generalização já que implica auditoria aos processos e dispêndio de tempo, não tem sido aplicada e remete para uma avaliação tardia e não sistemática da gestão dos recursos e do fluxo do doente.

Também num estudo de Fontaine e outros na aplicação da técnica PRU em 23 hospitais na Bélgica constataram que 24,6% de DI não são justificados num total de 10.921 dias avaliados em diferentes especialidades. Dos 24,6% de dias não justificados, 22% estão relacionados com idosos e a dificuldade em colocá-los em casa ou noutras unidades de cuidados, sendo os restantes atribuídos a ineficiência interna das instituições (Fontaine et al., 2011).

É neste enquadramento que o estudo de alternativas mais eficientes para encontrar o desperdício associado à DI se torna determinante encontrando-se na literatura, como já referido, estudos que aplicam as diferenças entre os hospitais para o efeito, através do estudo dos fatores que influenciam a estadia do doente (MSSU, 2011; Häkkinen et al., 2014; Walsh et al., 2014). Assim, os fatores a incluir deverão ser criteriosos de modo a aumentar o poder explicativo da DI (Kulinskaya et al., 2005; Lu, Sajobi, Lucyk, Lorenzetti, & Quan, 2015), o que será aprofundado mais adiante.

2.3.2. A mortalidade

A mortalidade é uma importante medida de avaliação do desperdício, refletindo-se em termos de mortes evitáveis resultante da falha de resultado na prestação de cuidados de saúde (Delaune & Everett, 2008; Hogan et al., 2015). O estudo das suas diferenças entre hospitais é uma das medidas mais utilizadas (Delaune & Everett, 2008; Girling et al., 2012; Mulley, 2013; Pouw et al., 2013; Burns et al., 2014; OECD, 2014; Décano et al., 2015) e está relacionada com a qualidade dos cuidados (Schiele et al., 2013).

Pela sua significância clínica, a sua relevância e o facto de ser facilmente entendível, a mortalidade é uma medida consensual entre os vários atores: profissionais e doentes, mas com significado diferente para uns e outros. Enquanto para os profissionais conhecer os resultados de mortalidade constitui uma oportunidade de melhoria e de transparência de informação, para os segundos representa uma avaliação da instituição sobre como presta cuidados e que irá ter impacto na decisão de escolha do prestador para tratar a sua doença (Drye et al., 2012; Dehmer et al., 2014; Décano et al., 2015).

Face a outros indicadores, a mortalidade é um dado fácil de medir e obter. Calculada através da soma dos doentes saídos de internamento que tiveram alta-falecido, é evidente a sua construção (Kroch & Duan, 2008), podendo no entanto variar o período de observação.

Estes e outros aspetos do indicador são abordados de seguida, nomeadamente as questões operacionais e a sua validade enquanto medida do desperdício através da análise das diferenças entre hospitais evidenciadas pela literatura.

Aspetos operacionais do indicador

Apesar da mortalidade ser um indicador de fácil compreensão, existe na literatura forte discussão sobre o que deve ser considerado para medir a mortalidade, nomeadamente no que respeita ao prazo considerado. Considera-se para tal a mortalidade dentro do episódio de internamento, a 7 dias, 30 dias, 6 meses ou mais após a admissão (Lopes, 2010; Drye et al., 2012; Graham, Hider, Cumming, Raymont, & Finlayson, 2012; OECD, 2013; Park et al., 2013; Häkkinen et al., 2014; Bradley et al., 2015), discutindo-se que qualquer período fora do episódio de internamento pode ser afetado por eventos que o hospital não controla e por isso não lhe pode ser atribuído. Por outro lado, também é imputada ao hospital a responsabilidade pelo planeamento de alta, pelo que uma medida a 30 dias consegue captar melhor a qualidade dos cuidados. Apesar desta discussão a morte é sempre um resultado crítico para o doente independentemente de quando ela ocorra (Drye et al., 2012).

Apesar das vantagens de uma ou de outra abordagem, existem evidências que a diferença entre os resultados das medidas a 30 dias ou dentro do episódio hospitalar não são significativas (Häkkinen et al., 2014). Segundo Lopes (2010) a medida - mortalidade hospitalar dentro do episódio de internamento - apresenta uma série de vantagens face a outras que envolvam períodos de observação fora do hospital:

- Ser fácil de obter. No caso de outros períodos está dependente de informação após a alta;
- Incluir todos os doentes independentemente da duração de internamento;
- Captar o que efetivamente ocorreu dentro do episódio de internamento, sendo comparável com outros hospitais.

No entanto, poderia ser interessante a análise a 30 dias embora em Portugal exista falta de dados disponíveis para a levar a cabo. Esta limitação poderá ser ultrapassada com a nova base de dados SICO, desenvolvida pela Direção-Geral da Saúde e lançada em janeiro de 2014, onde será possível cruzar episódios de internamento com a mortalidade pós alta <http://www.dgs.pt/?cr=24981>.

Validade enquanto medida do desperdício

A aplicação da mortalidade enquanto medida do desperdício (mortes evitáveis) (Hogan et al., 2015) através da análise da diferença entre os hospitais tem sido

amplamente estudada com diversas evidências da sua aplicabilidade (Chevreul, Prigent, Durand-Zaleski, & Steg, 2012; Drye et al., 2012; Häkkinen et al., 2014; Walsh et al., 2014).

O conceito de morte evitável está associado, conforme já referido, à falha no resultado da prestação de cuidados por omissões, tratamento incorreto e dano no doente resultante de complicações indesejadas ou inesperadas dos cuidados de saúde (Hogan et al., 2015). Hogan e outros (2015) criaram uma escala que classifica as mortes evitáveis em três níveis: definitivamente evitável, fortes indícios de que era evitável, e provavelmente evitável. Como resultado do estudo, efetuado por dupla revisão de médicos a processos de doentes falecidos em 141 hospitais de Inglaterra num total de 3400, foram consideradas como “definitivamente mortes evitáveis” 123 (3,6%, 3.0% - 4.3% IC 95%).

O método utilizado pelos autores para identificação das mortes definitivamente evitáveis, apesar de ser fiável, é dispendioso e grande consumidor de tempo. Em alternativa, diversos estudos aplicam a taxa de mortalidade ajustada por diversos fatores como *proxy* de mortes evitáveis (Costa & Lopes, 2011; Drye et al., 2012; Kafetz, 2013). No entanto, os fatores explicativos da mortalidade deverão ser criteriosos e detalhados para poderem captar melhor as diferenças na mortalidade entre os hospitais (Afessa, Keegan, Gajic, Hubmayr, & Peters, 2005; Girling et al., 2012). A escolha dos fatores explicativos, que será desenvolvido no ponto seguinte, é uma matéria sensível que depende muito da informação registada em comum nos diferentes hospitais para poder ser comparada.

Kontos e outros encontraram associação entre medidas de processo e a mortalidade hospitalar no enfarte agudo do miocárdio em doentes com STEMI em hospitais aderentes ao *National Cardiovascular Data Registry*, nos Estados Unidos. Embora fraca, esta associação evidencia a validade do indicador de mortalidade hospitalar ajustada, devendo ser melhorado o seu ajustamento (Kontos et al., 2014).

Num outro trabalho de Pouw e outros, os autores compararam o ajustamento do rácio de mortalidade hospitalar em duas vertentes: o indireto e o direto. O primeiro padroniza a mortalidade esperada de um determinado hospital face ao seu *case-mix* de doentes. O segundo, o direto, padroniza o *case-mix* dos doentes de um determinado hospital face a um *case-mix* de referência de outros hospitais eliminando

diferenças entre o *case-mix* dos diferentes hospitais. O estudo decorreu na Alemanha e teve a participação de 61 hospitais, com dados entre 2003 e 2009, concluindo que, independentemente do método de padronização, os resultados eram semelhantes, embora ressaltassem o insuficiente ajustamento ao nível do *case-mix* e alguns problemas com a qualidade dos dados (Pouw et al., 2013).

Evidencia-se desta análise a importância da escolha dos fatores no ajustamento da mortalidade como fator diferenciador dos resultados. Chevreul, Prigent, Zaleski e Steg (2012) compararam hospitais que tratam o EAM presentes no *star ranking* Le Point em França (que distingue os melhores hospitais) face aos hospitais que não estão no *ranking*, ajustando com outros fatores. Concluíram que os hospitais do *ranking* têm uma mortalidade ajustada no EAM similar aos outros hospitais, facto justificado essencialmente pelas características dos doentes.

2.3.3. Fatores com impacto na duração de internamento e mortalidade

A análise da duração de internamento e da mortalidade passa pelo controlo das características dos doentes (Hornbrook, 1982a, 1982b) o que implica introduzir o conceito de ajustamento pelo risco. Este consiste em controlar as características dos doentes que afetam a sua probabilidade de obter um determinado resultado, relevante para se avaliar a atividade das organizações de saúde, implicando qualificar as características dos doentes que podem influenciar os resultados de saúde (Iezzoni, 1997; Costa, C., 2005)

A este respeito, Lu e outros procederam a uma revisão sistemática de literatura sobre metodologias de ajustamento pelo risco para previsão da duração de internamento, tendo concluído que a investigação desenvolvida sobre este tema é limitada em termos de poder preditivo. Referem ainda que uma forma de melhorar a *performance* de modelos de ajustamento pelo risco de duração de internamento é a inclusão de mais variáveis relacionadas com as condições do doente (Lu et al., 2015). Já no caso de modelos de ajustamento pelo risco de morte, encontram-se na literatura vários exemplos, mesmo no EAM, (Fox et al., 2006; Chin et al., 2011) que serão desenvolvidos mais à frente.

Graham e outros referem também que existem dois pontos chave a ter em conta na análise comparativa de resultados entre hospitais: a adequação dos fatores para o

ajustamento pelo risco e a respetiva escolha de variáveis e o controlo da variação aleatória. Se o ajustamento pelos fatores for desadequado as diferenças na *performance* também o são, podendo conduzir a conclusões erradas (Graham et al., 2012).

Neste enquadramento interessa especificar e caracterizar esses fatores no contexto de cada indicador, podendo, a priori, ser classificados em grandes grupos (Iezzoni, 1997; Barbosa, 2005; Chin et al., 2011; Kontos et al., 2014):

- Características dos doentes – neste grupo incluem-se diversos fatores intrínsecos ao doente que podem ser organizados em grupos: demográficos; sinais e sintomas; história clínica e medicação.
- Características dos profissionais;
- Características dos hospitais;
- Características do sistema de saúde;
- Outras características.

A organização destas características foi de elaboração própria, baseada na literatura e está especificada no quadro seguinte (Quadro 2-2). Assim, para cada fator é referida a sua importância no âmbito de cada indicador, a sua evidência na literatura e a sua aplicabilidade a estudos de diferenças entre hospitais e a estudos de fatores preditivos no momento da admissão. De evidenciar que se referem alguns dos fatores genericamente apontados como os mais importantes e alguns específicos das doenças cardiovasculares e, em particular, o enfarte agudo do miocárdio. No âmbito de outro estudo, poderá fazer sentido utilizar outros fatores (Kontos et al., 2014).

Quadro 2-2 – Importância dos fatores explicativos nos indicadores em estudo

Grupos fatores / Subgrupos	Duração de internamento	Mortalidade	Aplicabilidade na análise de diferenças entre hospitais	Aplicabilidade nos modelos preditivos
Características do doente:				
Demográficas:				
Idade	É uma variável que pode influenciar a utilização de recursos. O custo de tratar pessoas mais velhas pode ser mais elevado do que tratar as pessoas mais jovens devido a um maior número de complicações e um tempo maior de recuperação, traduzido em mais dias de internamento e piores resultados clínicos (Iezzoni, 1997; Park et al., 2013; Qi Fan et al., 2015). É referido também que os doentes com mais idade apresentam sintomas atípicos, podendo resultar em diagnósticos mais tardios de EM (Steg et al., 2012).		sim	sim
	Na literatura existem evidências que em idades mais avançadas a DI é mais longa (Wang et al., 2013; Carter & Potts, 2014; Qi Fan et al., 2015), em particular porque apresentam também maior risco de hemorragia, de decréscimo da função renal e maior número de comorbilidades (Steg et al., 2012).	Estão presentes na literatura diversos estudos que indicam o avanço da idade como principal preditora de mortalidade (Chin et al., 2011; Méndez-Eirín et al., 2012; Thang, Karlson, Sundström, Karlsson, & Herlitz, 2015).		
Sexo	O impacto desta variável no consumo de recursos e mortalidade poder-se-á explicar pela diferença que existe entre os sexos quanto ao risco face a certas doenças (Iezzoni, 1997; Ross, Masters, & Hummer, 2012; Park et al., 2013; Crea, Battipaglia, & Andreotti, 2015; Paulus, Shah, & Kent, 2015).		sim	sim
	No EAM as mulheres têm tendência a apresentar-se tardiamente e apresentam sintomas atípicos com mais frequência do que os homens, podendo levar a DI mais longas (Steg et al., 2012; Bertomeu et al., 2013; Crea et al., 2015; Paulus et al., 2015).	O sexo feminino em idades mais jovens é apontado como de maior risco de mortalidade no EAM tanto a nível hospitalar como após alta (Zhang et al., 2012; Sadowski et al., 2013). As mulheres com EAM têm menor acesso a terapêutica constante das <i>guidelines</i> , conduzindo a piores resultados. No entanto, quando aplicado		

Grupos fatores / Subgrupos	Duração de internamento	Mortalidade	Aplicabilidade na análise de diferenças entre hospitais	Aplicabilidade nos modelos preditivos
		o mesmo tipo de tratamento, apresentam o mesmo risco de morte dos homens (Steg et al., 2012; Crea et al., 2015). Outro dos problemas que coloca o sexo feminino num grupo de risco é a menor prevenção da doença cardiovascular nas mulheres, facto que tem vindo a provocar um aumento da mortalidade nas mulheres (Crea et al., 2015; Paulus et al., 2015).		
Sinais e sintomas:				
Sinais vitais e sintomas	<p>Os sinais vitais incluem a pulsação, a frequência respiratória, a temperatura e a pressão arterial. Podem ser observados, medidos e controlados para avaliar o nível de funcionalidade física de um indivíduo. Os sinais vitais normais alteram-se com a idade, o sexo, o peso, a frequência de exercício e o estado físico (Vorvick, 2015) e são usados como preditores tanto da duração de internamento como da mortalidade. (Fox et al., 2006; Silke, Kellett, Rooney, Bennett, & O’Riordan, 2010; Chin et al., 2011; Méndez-Eirín et al., 2012; Leandro, 2014; Thang et al., 2015).</p> <p>Os sintomas referem-se ao estado que o doente se apresenta na admissão como dor no peito, choque, frio/calor, entre outros podem ser também importantes preditores (Thang et al., 2015).</p>		sim	sim
Resultados laboratoriais	<p>Os fatores de risco baseados em dados laboratoriais melhoram a previsão de resultados em saúde já que são um indicador direto do estado clínico do doente (Johnston, Coory, Scott, & Duckett, 2007; Park et al., 2007; Mccullough, Sullivan, Banning, Goldfield, & Hughes, 2011). Em particular, nos doentes com EAM os marcadores cardíacos e resultados analíticos são importantes na predição do risco do doente no momento da admissão e estão identificadas nas guidelines, fazendo-se de seguida um resumo da sua importância (Fonseca & Mimoso, 2011; Hamm et al., 2011):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Troponina - Qualquer elevação de troponinas, está associada a um prognóstico adverso. No entanto, não deve ser usada como critério único para a tomada de decisão de tratamento, porque a mortalidade hospitalar poderá revelar-se elevada em alguns subgrupos de alto risco com troponina negativa. De referir que em muitos doentes o aumento das troponinas só pode 		sim	sim

Grupos fatores / Subgrupos	Duração de internamento	Mortalidade	Aplicabilidade na análise de diferenças entre hospitais	Aplicabilidade nos modelos preditivos
	<p>ser detetado nas horas seguintes, devendo ser repetidas após 6 a 9h. Nas últimas guidelines de 2015 de NSTEMI já surge um algoritmo de decisão em 1 hora, com troponinas de alta sensibilidade (mas está condicionada à existência destes marcadores nos hospitais) (Roffi et al., 2016). São também um importante fator na avaliação do risco do doente para prever a evolução da doença a 30 dias ou mais para o EM e a morte.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Creatinina quinase fração MB (CK-MB) - Em particular nos doentes NSTEMI, a CK-MB sem elevação conjugada com a troponina elevada representam um risco elevado mas com mortalidade mais baixa do que os doentes que apresentam os dois valores elevados. • Proteína C-reativa (PCR) é também um importante marcador cardíaco mas não nos síndromes coronárias agudas (SCA), permitindo perceber que entre doentes com SCA com elevação do ST com troponina negativa e níveis elevados de hsPCR (>10 mg/l) são fatores preditivos de mortalidade a longo prazo (>6 meses e até 4 anos). Os doentes com níveis de hsPCR persistentemente elevados apresentam o maior risco. • A hiperglicemia na admissão é um forte preditor de mortalidade e insuficiência cardíaca, mesmo em doentes não diabéticos. • Variáveis hematológicas de rotina também permitem prever um pior prognóstico. Os doentes com anemia têm sido consistentemente identificados como sendo de alto risco. Do mesmo modo, a leucocitose ou a trombocitopenia no momento da admissão, estão associadas a piores resultados. • A diminuição da função renal é um forte fator preditivo independente de mortalidade a longo prazo, em doentes com SCA. O nível sérico da creatinina é um indicador menos fidedigno da função renal do que a clearance da creatinina ou a taxa de filtração glomerular estimada, uma vez que é afetada por inúmeros fatores, incluindo a idade, peso, massa muscular, raça e diversos medicamentos. 			
	Têm sido aplicados em estudos de DI, sendo importantes preditores (Tanuja, Acharya, & Shailesh, 2011; Leyenaar, Lagu, Shieh, Pekow, & Lindenauer, 2014).	Têm sido aplicados em vários estudos de mortalidade no EAM sendo importantes preditores (Fox et al., 2006; Chin et al., 2011).		

Grupos fatores / Subgrupos	Duração de internamento	Mortalidade	Aplicabilidade na análise de diferenças entre hospitais	Aplicabilidade nos modelos preditivos
Resultados exames	Os resultados de exames que não laboratoriais podem ser importantes preditores em algumas doenças (Fox et al., 2006; Martínez et al., 2010; Chin et al., 2011; Thang et al., 2015). Os exames, em particular o eletrocardiograma no EAM, têm sido aplicados em vários estudos de mortalidade sendo importantes preditores (Fox et al., 2006; Chin et al., 2011; Martínez et al., 2010; Thang et al., 2015)		sim	sim
Diagnóstico na admissão	O diagnóstico é a variável que permite distinguir doenças (van Walraven, Escobar, Greene, & Forster, 2010; Shams et al., 2015) sendo os resultados diferentes consoante a doença (Barbini et al., 2014), podendo à partida o estudo ser selecionado para uma determinada doença (Huang et al., 2012; Häkkinen et al., 2014).		sim	sim
Gravidade da doença	Esta condição é calculada a partir de outras variáveis e pode assumir diversas formas, por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> • Tempo até à hospitalização (precoce, atempada, tardia): Esta variável refere-se ao acesso ao tratamento de um determinado estado de saúde e que pode acontecer em três tempos: precoce – o doente não necessita de cuidados hospitalares; atempada; e tardia – o doente acedeu tarde de mais ao hospital representando um risco acrescido na sua situação clínica. Sendo estes indicadores calculados através do ajustamento ao risco do doente na altura da admissão (Gonnella, Louis, Gozum, Callahan, & Barnes, 2009; Srygley et al., 2013). • Killip Class – Descrição clínica da presença e gravidade de insuficiência cardíaca no EAM usando parâmetros do exame físico de rotina e senso clínico, desenvolvido em 1967 por Killip e Kimball (Carvalho et al., 2015): <ul style="list-style-type: none"> – Classe I – Doentes sem sinais de descompensação cardíaca; – Classe II – Insuficiência cardíaca leve; – Classe III – com edema pulmonar agudo; – Classe IV – com choque cardiogénico ou hipotensão arterial. 		sim	sim
Localização da doença	Em determinadas doenças pode ser importante a sua localização. Por exemplo no EAM a localização do enfarte é apontado na literatura como fator predominante de maior severidade do doente tendo		sim	sim

Grupos fatores / Subgrupos	Duração de internamento	Mortalidade	Aplicabilidade na análise de diferenças entre hospitais	Aplicabilidade nos modelos preditivos
	impacto tanto na mortalidade como na duração de internamento (Steyerberg et al., 2005; Saczynski et al., 2010; Graham et al., 2012; Amin et al., 2013; Häkkinen et al., 2014; Thang et al., 2015).			
História clínica:				
Comorbilidades	Um ou mais diagnósticos secundários presentes na admissão do doente ao internamento não relacionados com o diagnóstico principal (Lopes, 2010) e que pode levar a um maior consumo de recursos devido ao maior risco de morte e de ocorrência de complicações, bem como a existência de reservas fisiológicas mais baixas (Iezzoni, 1997; Valderas, Sibbald, & Salisbury, 2009).		sim	sim
	Foram encontradas as comorbilidades no AVC como fatores com impacto na LOS (Huang et al., 2012). No EAM são também preditoras de maior consumo de recursos (Wang et al., 2013; Kaul et al., 2014)	Importantes preditoras de mortalidade em diversos estudos de EAM (Tu et al., 2001; Hayashida, Imanaka, Sekimoto, Kobuse, & Fukuda, 2007; Tu, Khalid, Donovan, & Ko, 2008; Bertomeu et al., 2013; Park et al., 2013; Stargardt, Schreyogg, & Kondofersky, 2014; Kaul et al., 2014).		
Medicação	Refere-se à medicação que o doente está a fazer em casa e que pode ter impacto no tratamento a ser submetido no hospital e consequentemente nos resultados (Chin et al., 2011).		sim	sim
Outras:				
Tipo de admissão (programada/urgente)	Pode assumir as formas de urgente, programada e por transferência. A admissão urgente através da urgência do hospital combinada com as condições médicas do doente tem uma maior influência no consumo de recursos representando também maior risco de morte para o doente (Barbosa, 2005; Soyiri et al., 2011; Häkkinen et al., 2014).		sim	sim

Grupos fatores / Subgrupos	Duração de internamento	Mortalidade	Aplicabilidade na análise de diferenças entre hospitais	Aplicabilidade nos modelos preditivos
Tipo de tratamento (médico/cirúrgico)	Determina se o doente necessitou de cuidados cirúrgicos ou médicos com relevância no consumo de recursos e na mortalidade (Barbosa, 2005; Lopes, 2010; Freitas et al., 2012). Freitas e outros (2012) encontraram DI mais longas em doentes cirúrgicos admitidos pela urgência.		sim	não
Procedimentos	Determinado tipo de procedimentos pode ter impacto direto na redução da mortalidade e DI. No caso do EAM a angioplastia é fator determinante. O procedimento a adoptar no tratamento do doente com STEMI é decisivo no resultado. Vários estudos referem uma redução da mortalidade nos doentes que tiveram STEMI relacionada com maior uso de terapias de reperfusão de angioplastia primária com melhores resultados face à terapêutica fibrinolítica, melhor uso de terapêutica anti trombótica e tratamentos de prevenção secundária (Saczynski et al., 2010; Chevreul et al., 2012; Steg et al., 2012).		sim	não
Complicações e reações adversas	As complicações são importantes na análise de diferenças quer na qualidade, quer no consumo de recursos (Sousa, Uva, Serranheira, Leite, & Nunes, 2011). Podem ser definidas como “consequências não pretendidas da prestação, traduzidas por condições clínicas novas que se desenvolvem durante o internamento e não decorre da evolução natural da doença, mas da efetividade dos cuidados” (Lopes, 2010).		sim	não
	A associação entre complicações e maior consumo de recursos é evidenciado na literatura (Lopes, 2010; Sousa et al., 2011; Wang et al., 2013; Qi Fan et al., 2015). Foi encontrado por Sousa e outros (2011) que em 58,2% dos eventos adversos identificados, os dias em média a mais foi de 10,7.	No EAM um colapso hemodinâmico durante o procedimento de revascularização reflete-se em problemas enormes para o doente e para o sistema de saúde, implicando maior morbilidade e mortalidade, duração de internamento mais longas e maiores custos (Wohns et al., 2014).		
Características dos profissionais:				
Formação e Experiência	As diferentes práticas dos médicos e formação pode levar a variabilidade nos resultados de DI e de mortalidade (Fisher, Wennberg, Stukel, & Gottlieb, 2004; Barbosa, 2005; Goodwin, Lin, Singh, & Kuo, 2012).		sim	não

Grupos fatores / Subgrupos	Duração de internamento	Mortalidade	Aplicabilidade na análise de diferenças entre hospitais	Aplicabilidade nos modelos preditivos
Características dos hospitais:				
Volume do hospital	O volume do hospital está associado ao número de episódios de internamento que trata e ao número de camas. Existe evidência que hospitais com menor volume têm piores resultados (Chevreul et al., 2012; Randall et al., 2012; Schiele et al., 2013; Reames, Ghaferi, Birkmeyer, & Dimick, 2014).		sim	não
Função ensino (universitário ou não)	Existe evidência que hospitais universitários estão associados a mais recursos mas também a melhores resultados de mortalidade e em particular no EAM (Häkkinen et al., 2013; Afana, Brinjikji, Cloft, & Salka, 2015; Häkkinen, Rosenqvist, Iversen, Rehnberg, & Seppala, 2015).		sim	não
Hospital acreditado	Existem evidências do facto de um hospital estar acreditado tenha uma influência moderada sobre os resultados (Boto, Costa, & Lopes, 2008).		sim	não
Técnicas disponíveis	A existência de determinados equipamentos ou técnicas em determinado hospital têm impacto nos resultados (Chevreul et al., 2012; Häkkinen et al., 2015; Wohns et al., 2014).		sim	não
Segurança do doente	Esta variável implica a existência ao nível do hospital de condições e procedimentos implementados que visem a segurança do doente. Ou seja, se um hospital que tenha evidências desta prática face a outros se influencia ou não a DI ou mortalidade (Adler et al., 2015). Adler e outros (2015) demonstraram que a redução do dano provocado ao doente durante o seu internamento está associado a redução na duração de internamento, mortalidade e readmissões.		sim	não
Dia de admissão	Vários estudos referem o dia de admissão como importante fator associado a maiores tempos de internamento, em particular ao fim-de-semana (Lopes, Costa, & Boto, 2008; Carter & Potts, 2014; Lilford & Chen, 2015;).		sim	sim
Características do sistema de saúde:				
Distância e tempo até ao hospital	A distância e tempo podem ser vistas de forma distinta. Por um lado a distância de residência a que o doente se encontra do hospital e que pode ser influenciadora de tempos mais prolongados e de acesso a determinadas terapêuticas e por outro o tempo de deslocação até ao hospital que pode ser		sim	sim

Grupos fatores / Subgrupos	Duração de internamento	Mortalidade	Aplicabilidade na análise de diferenças entre hospitais	Aplicabilidade nos modelos preditivos
	<p>vital em termos de risco para determinadas doenças (Carter & Potts, 2014; Kontos et al., 2014; OECD, 2014).</p> <p>A SEC nas <i>guidelines</i> do EAM refere também que vários estudos indicam que a demora no acesso a angioplastia primária no tratamento do EAM está associada a piores resultados (Steg et al., 2012). Mais referem que a resposta atempada ao doente é considerada um indicador de qualidade e preditor de resultados, em particular nos doentes com STEMI (Steg et al., 2012). Os tempos medidos a partir da chegada do doente ao hospital são classificados pelos seguintes objetivos-tempo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se a terapia for angioplastia primária, o objetivo de tempo é, entre o primeiro contacto médico e a passagem do fio na artéria responsável, ≤ 90 min. Se os casos forem de alto risco com localização anterior do enfarte, o objetivo é ≤ 60 min. • Se a terapêutica for fibrinólise, o objetivo é reduzir o tempo desde o primeiro contacto médico e a agulha para ≤ 30 min. • Nos hospitais capacitados para angioplastia o objetivo-tempo ≤ 60 min entre a apresentação do doente no hospital e a angioplastia primária. Este tempo reflete a capacidade de organização e de desempenho do hospital. <p>Considera-se que existe atraso na chegada ao hospital quando o tempo é > 180 min (Martínez et al., 2010).</p>			
	A distância é usada na literatura para estudar a DI (Freitas et al., 2012; Carter & Potts, 2014) e em diferenças entre regiões (Wang et al., 2013).	O tempo até ao tratamento é indicado como variável relevante na mortalidade no EAM (Martínez et al., 2010; Méndez-Eirín et al., 2012; Steg et al., 2012; Kontos et al., 2014;) tendo sido encontrado como preditor da mortalidade do doente (Martínez et al., 2010)		

A especificação dos fatores atrás descrito implicou a sua distinção na aplicabilidade à análise de diferenças entre hospitais e à aplicabilidade nos modelos preditivos. Este último será abordado em seguida trazendo exemplos referentes aos indicadores em estudo.

2.3.4. Exemplos de modelos preditivos de duração de internamento e de mortalidade

Numa revisão bibliográfica de Lu e outros (2015) sobre modelos preditivos de DI, os autores chegaram à conclusão que existem limitações no próprio modelo, nos fatores preditivos e no poder preditivo. Referem que para a sua melhoria, os modelos deverão ser direcionados a doenças específicas com inclusão de variáveis específicas e adoptadas metodologias estatísticas mais adaptadas à modelação da DI. De uma forma global os modelos preditivos devem ser insensíveis ao tempo, baseados nos primeiros minutos de entrada nos hospital e em dados de rotina, calibrados para uma alta precisão e integrados em sistemas de informação (Leandro, 2014 citando Selker, 1993).

Neste sentido, o levantamento efetuado sobre modelos preditivos nos dois indicadores em estudo procurou focar-se em experiências e técnicas diferentes, parecendo-nos importante efetuar previamente uma breve abordagem à modelação de dados.

Os problemas de previsão incluem **métodos de classificação e de regressão** para a modelação preditiva dos dados através da construção de modelos que permitem prever o valor de uma variável a partir do conhecimento de outras variáveis (Freitas, 2006; Liu et al., 2006).

Na **classificação** as ferramentas mais utilizadas são as redes neuronais e as árvores de decisão. As redes neuronais implicam o desenvolvimento de estruturas matemáticas que têm a capacidade de aprender. São mais efetivas quando o número de variáveis é grande e a relação entre elas é complexa e imprecisa (Turban et al., 2007). A sua aplicação à medicina vem desde os anos 90 com vários sistemas desenvolvidos com esta técnica, por exemplo, o diagnóstico automático do abdómen agudo desenvolvido por Pesonen, *et al* (1994) citado por Nykanen, 2000 e outros (Tanuja et al., 2011). As árvores de decisão classificam os dados num número finito de classes baseados nos valores de entrada das variáveis e consistem numa estrutura hierárquica de afirmações condicionadas (*if-then*), numa abordagem “*dividir para conquistar*” e são significativamente mais rápidas que as redes neuronais (Freitas, 2006; Liu et al., 2006; Turban et al., 2007). Podem ser encontrados alguns estudos recentes que aplicaram este método (Asiimwe et al., 2011; Tanuja et al., 2011; Mohammed et al., 2012).

A **regressão** é amplamente usada na área da saúde podendo ser encontrados vários estudos com a sua aplicação (Wright et al., 2003; Hayashida et al., 2007; Méndez-Eirín et al., 2012; Li, 2014; Thang et al., 2015).

Descrevem-se sucintamente no Quadro 2-3 alguns exemplos de modelos preditivos indicando o autor, os anos de recolha dos dados, o objetivo e fatores explicativos do modelo, a técnica estatística utilizada, os resultados das medidas estatísticas na amostra de treino e de validação.

Quadro 2-3– Exemplos de modelos preditivos de DI e de mortalidade

Autor	Ano Des	Objetivo / Fatores explicativos	Técnica utilizada	Resultado amostra treino	Resultado amostra validação
Modelos de Duração de internamento:					
Grines et al., 1998	Set 1993 a jan 1995	Modelo direcionado a doentes que façam angioplastia primária no EAM – PAMI II criteria. Identifica os doentes de baixo risco com evidências de que podem ter alta até 3 dias. Desenvolvido em 1998 por Grines e outros, continua a ser uma referência atual em literatura diversa e nas <i>guidelines</i> da SEC para o tratamento do EAM (Steg et al., 2012; Ibrahim, Riddell, & Devireddy, 2014).	-	-	-
Van Houdenhoven et al., 2007	Jan 1997 a abr 2005	Modelo preditivo de DI com base em dados retrospectivos em 518 doentes que fizeram cirurgia reconstrutiva de carcinoma esofágico. Foram desenvolvidos três modelos: pré-cirúrgico, pós-cirúrgico e para a unidade de cuidados intensivos. Este foi o melhor modelo com um resultado após validação por <i>bootstrapping</i> de um r^2 de 45%, inferior aos resultados da amostra em estudo. As variáveis preditoras foram a idade do doente, várias complicações e sinais vitais associados à doença.	Regressão linear multivariada	$r^2 = 56\%$	$r^2 = 45\%$
Kotowycz, Syal, Afzal, & Natarajan, 2009	Abr 2004 a fev 2006	Índice Zwolle é um score de risco para identificar doentes de EAM com baixo risco que façam uma intervenção coronária percutânea que possam ter alta entre as 48 h e as 72 h. Tal como o PAMI II continua a ser uma referencia atual em diversa literatura e nas <i>guidelines</i> da SEC para o tratamento do EAM (Kotowycz et al., 2009; Steg et al., 2012 Ibrahim et al., 2014).	-	-	-
Sessler et al., 2010	2001 a 2006	Modelo preditivo de DI a 30 dias e média DI, em todos os casos, numa amostra de 35,179,507 doentes de hospitais dos Estados Unidos por todas as causas. Esta amostra foi dividida aleatoriamente em amostra de treino e amostra de validação, 50%.	Regressão de Cox	área sobre a curva ROC 0,86 na média DI e 0,79 DI a 30 dias	área sobre a curva ROC 0,86 na média DI e 0,79 DI a 30 dias
Barbini et al., 2014	2000 a 2007	Modelo preditivo de DI acima de 5 dias na unidade de cuidados intensivos em doentes que efetuaram cirurgia cardíaca numa amostra de 3256 doentes de um hospital na Itália. O modelo final é composto por sete variáveis.	Naïve Bayes rule scoring system	área sobre a curva ROC 0,86	área sobre a curva ROC 0,859

Autor	Ano Des	Objetivo / Fatores explicativos	Técnica utilizada	Resultado amostra treino	Resultado amostra validação
			<i>bootstrapping</i>		
Carter & Potts, 2014	2007 a 2011	Modelo preditivo de DI para substituição total do joelho num total de 2130 doentes (90% para treino e 10% para validação), só para doentes com alta vivo e com dados administrativos. O modelo incluiu seis variáveis.	Binomial negativa e Poisson	-	-
Modelos de mortalidade:					
Antman et al., 2000	Out 1989 a Jun 1992	Score de risco TIMI para mortalidade por todas as causas, novo ou recorrente enfarte do miocárdio e isquemia recorrente grave, necessitando revascularização urgente no prazo de 14 dias, desenvolvido numa amostra de 1957 doentes. Inclui no seu modelo sete variáveis, às quais atribui um ponto para cada um dos sete fatores de risco: idade ≥ 65 , pelo menos três fatores de risco de doença coronária arterial, desvio do segmento ST no ECG da admissão, pelo menos dois episódios de angina nas últimas 24h, doença coronária arterial documentada na cateterização, uso de aspirina nos 7 dias anteriores ao evento, marcadores cardíacos elevados. Foi validado em três populações diferentes.	Regressão logística multivariada	área sobre a curva ROC 0,65	área sobre a curva ROC entre 0,59 e 0,65 nos três grupos de validação
Fox et al., 2006	Abr 1999 a Set 2005	Modelo preditivo GRACE de mortalidade hospitalar e a seis meses para doentes com suspeita de síndrome coronária aguda, num total de 21 688. Destes doentes 1757 (9,1%) faleceram no hospital. O score final de risco incluiu oito variáveis: idade, insuficiência cardíaca congestiva, pressão arterial sistólica, kilipp class, creatinina, marcadores cardíacos positivos, paragem cardíaca, número de ligações com desvio do ST. O modelo foi validado numa outra população com 12 142 doentes.	Regressão de Cox	área sobre a curva ROC 0,82	área sobre a curva ROC 0,82
Chin et al., 2011	Jan 2007 a Set	Modelo preditivo de mortalidade hospitalar para doentes com EAM em hospitais dos Estados Unidos com registos no ACTION Registry – GWTG ^a com recurso a dados demográficos, sinais vitais e sintomas e dados laboratoriais dos doentes numa amostra aleatória de 80% para treino e 20% para validação. O score final de risco incluiu oito	Regressão logística multivariada	área sobre a curva ROC 0,85	área sobre a curva ROC 0,84

^a Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network (ACTION) Registry® – Get With The Guidelines (GWTG)TM

Autor	Ano Des	Objetivo / Fatores explicativos	Técnica utilizada	Resultado amostra treino	Resultado amostra validação
	2008	variáveis: idade, creatinina, pressão sistólica no sangue, troponina, sintomas de insuficiência cardíaca ou choque na admissão, frequência cardíaca e doença arterial periférica anterior. O modelo foi validado nos restantes 20% da amostra.			
Silke et al., 2010	2002 a 2007	Modelo preditivo de risco de morte hospitalar a 5 dias em doentes agudos com admissão pela urgência por qualquer causa, com recurso a dados demográficos, sinais vitais e dados laboratoriais dos doentes num hospital da Irlanda. O <i>score</i> final de risco incluiu nove variáveis: idade, frequência cardíaca, tensão arterial, frequência respiratória, temperatura, ureia, potássio, hematócrito, contagem de células brancas. O modelo foi validado noutra população de outro hospital.	Regressão logística multivariada	área sobre a curva ROC 0,93	área sobre a curva ROC 0,92
Asadollahi, Hastings, Gill, & Beeching, 2011	Jul a nov 2004	Modelo preditivo de mortalidade hospitalar em doentes admitidos pela urgência por todas as causas, num total de 1650 doentes de um hospital de Londres. Recorreram à idade e a dados laboratoriais. O modelo final incluiu sete variáveis: idade ≥ 65 , ureia hemoglobina, contagem de células brancas do sangue, plaquetas, sódio e glucose. Foi validado numa amostra de 4828 doentes.	Regressão logística multivariada	área sobre a curva ROC 0,867	área sobre a curva ROC 0,848
Thang et al., 2015	Mar 2008 a Dez 2010	Modelo preditivo de risco de morte hospitalar em doentes agudos com admissão pela urgência por síndromes coronárias agudas em hospitais da Suécia, num total de 1600 doentes, dos quais 31 faleceram. Recorreram a dados demográficos, sinais vitais e sintomas, análises clínicas e ECG. O <i>score</i> final de risco incluiu nove variáveis: idade, insuficiência cardíaca congestiva, náusea e/ou vômito, frequência respiratória elevada, baixa saturação de oxigénio, frequência coronária elevada, STEMI, depressão do ST e ECG com alterações na urgência pré-hospitalar.	Regressão logística multivariada	-	-

Da pesquisa efetuada na literatura não se encontraram modelos preditivos de DI no EAM. Os modelos referidos PAMI II e índice Zwolle são *scores* de risco que foram comparados com DI mas não modelam a DI.

Relativamente à duração de internamento no STEMI a SEC recomenda uma avaliação caso a caso. Indica no entanto que doentes de baixo risco e que tiveram como tratamento a angioplastia primária poderão ter alta no terceiro dia. A SEC identifica também dois preditores de doentes de baixo risco o *PAMI-II criteria* e o *Zwolle primary PCI Index* (Steg et al., 2012), já referidos no Quadro 2-3.

Destaca-se nos modelos descritos, tanto na DI como na mortalidade, a superioridade dos resultados nas amostras de treino face às amostras de validação. Na mortalidade destaca-se também a regressão logística como técnica de modelação mais utilizada.

Na mortalidade destacam-se os modelos TIMI e GRACE recomendados nas *guidelines* da SEC para tratamento do EAM como ferramentas de cálculo de classificação do risco isquémico (Fonseca & Mimoso, 2011; Hamm et al., 2011). Segundo estas *guidelines* o *score* de risco GRACE oferece a estratificação de risco mais rigorosa, tanto no momento da admissão, como da alta hospitalar, graças ao seu bom poder discriminativo mas obriga ao uso de programas informatizados para calcular o risco que também pode ser calculado *online* (<http://www.outcomes.org/grace>). Outros estudos têm confirmado esta superioridade (Bawamia, Mehran, Qiu, & Kunadian, 2013; D'Ascenzo et al., 2012; Méndez-Eirín et al., 2012).

Outros modelos preditivos de mortalidade aplicados na gestão de unidades de cuidados intensivos são o APACHE (Zimmerman, Kramer, McNair, & Malila, 2006) e o SAPS (Sakr et al., 2008) tanto para a mortalidade como para a DI que pela sua importância se destacam embora sejam dirigidos apenas para esta realidade.

Capítulo 3 - PROBLEMA E OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO

O desperdício em meio hospitalar representa uma fatia considerável do orçamento, tendo relevo particular no âmbito do internamento. Assumimos que a intervenção na gestão do fluxo do doente durante o internamento pode ser um fator que permite reduzir esse desperdício, refletindo-se:

- No domínio da eficiência na duração de internamento medido pelos dias em excesso;
- No domínio da qualidade do tratamento na mortalidade medido pelas mortes evitáveis.

Segundo a literatura, a maior fonte de desperdício reside nas diferenças não explicadas de padrões de cuidados que não estão associadas a melhores resultados (Delaune & Everett, 2008). É referido num estudo da OCDE sobre variações geográficas nos cuidados de saúde onde, entre as diversas regiões dos diversos países estudados, os procedimentos cardíacos são consistentemente alvo de grandes variações (OECD, 2014); facto corroborado pelo estudo do New England Healthcare Institute sobre desperdício e ineficiência no sistema de saúde Norte Americano (Delaune & Everett, 2008).

Por estas razões, e sendo os cuidados aos casos de **enfarte agudo do miocárdio (EAM)** um *proxy* para a qualidade dos cuidados cardíacos em geral nos hospitais que o tratam (Chevreul et al., 2012), optou-se nesta investigação pela sua escolha que apesar de dispor de *guidelines* de tratamento bem definidas (Hamm et al., 2011; Steg et al., 2012), evidencia alguma variabilidade de práticas e assume particular importância na morbilidade e mortalidade a nível global.

3.1. Objetivos

Neste enquadramento, pretende-se obter uma resposta ao longo deste trabalho às seguintes **perguntas de investigação**:

- Existem diferenças no tratamento do EAM quer na duração de internamento quer na mortalidade?
- Como se distribuem essas diferenças entre a oferta, pelas suas características e a procura (condições do doente)?
- Como avaliar a dimensão do desperdício resultante do processo de gestão do fluxo e tratamento do doente com EAM?
- Será possível encontrar ferramentas que, de uma forma sistemática e com recurso aos dados disponíveis nos sistemas de informação dos hospitais, possam evitar parte do desperdício?
- Como disponibilizar em tempo útil a informação que permite aos diversos níveis de decisão no hospital, profissionais de saúde e gestores, uma gestão adequada do internamento e da continuidade da prestação de cuidados?

Pretende-se com efeito desenvolver uma metodologia que permita conhecer o desperdício na duração de internamento e na mortalidade entre os hospitais que tratam o EAM, através das suas diferenças e perceber ao nível do doente quais os fatores preditivos destes indicadores. O resultado tem em vista o desenvolvimento de um futuro sistema de suporte à decisão, ao nível do doente internado, compreensível para os diversos níveis decisores do hospital, colocando a informação em tempo útil disponível a quem deve monitorizar a gestão do internamento do doente. Este aspeto reveste-se de especial importância nas implicações que os resultados podem trazer ao nível do sistema de saúde e integração de cuidados.

Em suma os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Estudar o **EAM** ao nível do hospital, nas seguintes vertentes:
 - Avaliar as **diferenças na duração de internamento** e na **mortalidade** nos doentes com EAM por hospital;
 - Avaliar o **impacto das características dos hospitais** sobre as diferenças na duração de internamento e na mortalidade;
2. Estudar os **fatores preditivos** da duração de internamento e da mortalidade dos doentes com EAM no momento da admissão.

3.2. Desenho da investigação

Com base nos objetivos apresentados interessa neste ponto definir o curso do estudo criando duas linhas de investigação:

1. o estudo do EAM na duração de internamento e na mortalidade ao nível do hospital;
2. o estudo dos fatores preditivos da duração de internamento e da mortalidade dos doentes com EAM no momento da admissão.

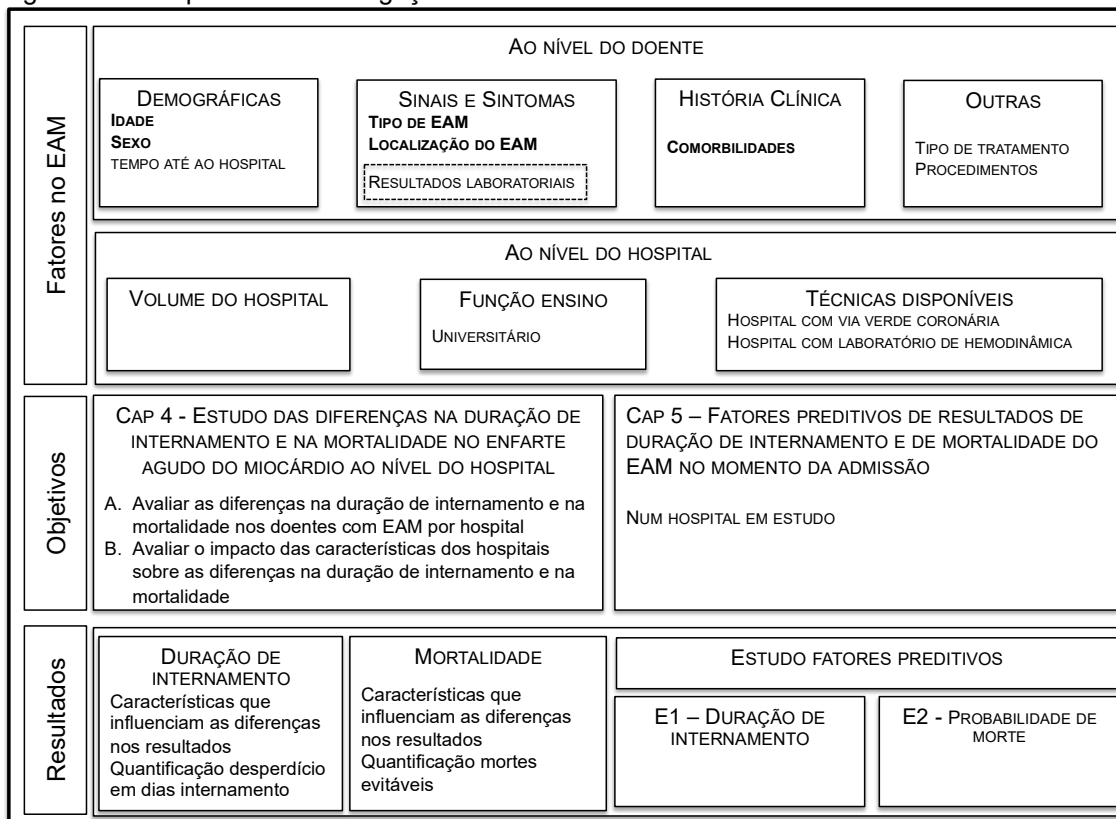
Enquanto que na primeira linha de investigação se pretende entender como os fatores influenciam os dois indicadores em estudo de uma forma transversal nos hospitais nacionais, a segunda linha de investigação pretende analisar como os fatores conseguem influenciar estes indicadores ao nível do doente, criando sistemas de previsão de resultados com recurso também a dados clínicos, que não são possíveis de obter na primeira linha de investigação.

Independentemente da análise das diferenças entre hospitais, alguns estudos têm concluído que é necessária uma análise ao nível individual do hospital para melhor entender as razões dessas diferenças e poder controlá-las (MSSU, 2011; Borden et al., 2014).

Estas duas linhas de investigação serão desenvolvidas nos capítulos 5 e 6, respetivamente. O esquema da Figura 3-1 apresenta os fatores que foram selecionados para este trabalho e que, dependendo da respetiva linha de investigação, serão dirigidos para uma ou para outra:

- Na primeira irá avaliar-se a variabilidade explicada por cada grupo de variáveis disponíveis para a duração de internamento e para a probabilidade de morte. Após retirados os efeitos de cada grupo, será avaliada a importância do “nível hospital” na variabilidade não explicada, encontrando-se o desperdício em dias para o caso da duração de internamento e em mortes evitáveis.
- Na segunda pretende-se encontrar as variáveis significativas para o tempo de internamento prolongado, para a duração de internamento e para a probabilidade de morte, primeiro variável a variável e depois através de análise múltipla em cada modelo.

Figura 3-1 - Esquema de investigação



Legenda: As variáveis a **bold** são comuns aos dois objetivos; a variável resultados laboratoriais é aplicada apenas no capítulo 5, as restantes são aplicadas apenas no capítulo 4

Capítulo 4 - ESTUDO DAS DIFERENÇAS NA DURAÇÃO DE INTERNAMENTO E NA MORTALIDADE NO ENFARTE AGUDO DO MIOCÁRDIO AO NÍVEL DO HOSPITAL

Este capítulo responde ao primeiro objetivo definido para esta investigação que propõe avaliar as diferenças na duração de internamento e na mortalidade nos doentes com EAM por hospital e o impacto das características destes hospitais nas diferenças encontradas. Os dois indicadores são depois analisados ao nível do doente no capítulo seguinte, respondendo ao segundo objectivo deste trabalho.

As diferenças entre hospitais serão entendidas como um *proxy* do desperdício pretendendo-se quantificar a sua dimensão em número de dias de internamento e em volume de mortes resultantes dessas diferenças (Resar et al., 2011; Walsh et al., 2014).

Para tal, a metodologia a seguir descrita aborda as várias etapas que permitiram a execução deste trabalho seguindo-se a apresentação de resultados, a discussão metodológica e a discussão de resultados. No capítulo 6 é efectuada uma conclusão conjunta aos dois objetivos do trabalho, objeto dos capítulos 4 e 5.

4.1. Metodologia

A metodologia de estudo aborda os seguintes pontos:

- A fonte de dados;
- O período em estudo;
- A população em estudo;
- A definição de variáveis;
- A análise de dados.

4.1.1. Fontes de dados

Como fonte de dados recorreu-se aos dados constantes da base de dados de morbilidade hospitalar. Esta base de dados disponibilizada pela Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) através de autorização da Administração Central dos Sistemas de Saúde (ACSS), contém, entre outros, os dados administrativos anonimizados dos doentes saídos do internamento dos hospitais do Serviço Nacional de Saúde (SNS) do continente:

- dados demográficos (idade, sexo e residência – distrito, concelho e freguesia);
- alta vivo ou falecido;
- duração do internamento;
- diagnósticos e procedimentos (codificados pela International Classification of Diseases, 9th Revision, Clinical Modification - ICD-9-CM).

Para identificação dos hospitais com “via verde coronária” foi solicitada informação à Direção-Geral da Saúde (DGS) - Programa Nacional para as Doenças Cérebro-Cardiovasculares – cuja resposta foi recebida por email em 14-12-2015.

4.1.2. Período em estudo

O período de recolha dos dados de investigação corresponde aos anos 2011, 2012 e 2013.

4.1.3. População em estudo

A população em estudo incluiu os doentes internados por EAM nos hospitais pertencentes ao SNS em Portugal Continental. Foram excluídas as regiões autónomas por não existir informação disponível.

Para identificar os episódios de EAM utilizaram-se os códigos ICD-9-CM da categoria 410 – Enfarte Agudo do Miocárdio, à exceção de episódios codificados como subsequentes (108 em 2011, 140 em 2012 e 134 em 2013), ou seja, internamentos que não se referem a um episódio inicial de EAM (41002, 41072). Vários trabalhos se

suportaram nestes códigos, ou similares em ICD-10 (Grupo I21), para estudo deste episódio de EAM (Tu et al., 2001; Hayashida et al., 2007; Bertomeu et al., 2013; Stargardt et al., 2014). O Quadro 4-1 apresenta os códigos ICD-9-CM pesquisados nas bases de dados para seleção desta população.

Quadro 4-1 - Códigos ICD-9-CM de Diagnósticos Principais de EAM pesquisados

Código ICD-9-CM	Descrição
41000	EAM, parede antero-lateral, episódio não especificado
41001	EAM, parede antero-lateral, episódio inicial
41010	EAM, parede anterior NCOP, episódio não especificado
41011	EAM, parede anterior NCOP, episódio inicial
41020	EAM, parede infero-lateral, episódio não especificado
41021	EAM, parede infero-lateral, episódio inicial
41030	EAM, parede postero-inferior, episódio não especificado
41031	EAM, parede postero-inferior, episódio inicial
41040	EAM, parede inferior NCOP, episódio não especificado
41041	EAM, parede inferior NCOP, episódio inicial
41050	EAM, parede lateral NCOP, episódio não especificado
41051	EAM, parede lateral NCOP, episódio inicial
41060	EAM, parede posterior verdadeira, episódio não especificado
41061	EAM, parede posterior verdadeira, episódio inicial
41070	EA subendocárdico, episódio de cuidados não especificado
41071	EA subendocárdico, episódio de cuidados inicial
41080	EAM, local NCOP, episódio de cuidados não especificado
41081	EAM, local NCOP, episódio de cuidados inicial
41090	EAM, local não especificado, episódio não especificado
41091	EAM, local não especificado, episódio inicial

Após a seleção dos episódios de EAM na base de dados de morbilidade hospitalar, conforme anteriormente descrito, considerou-se uma população de 10.258, 10.492 e 10.487 episódios de internamento para os anos de 2011, 2012 e 2013, respetivamente. Nesta amostra foram considerados os doentes com idade maior ou igual a 18 anos (nos anos em análise não foram encontrados casos inferiores a 18 anos) e doentes que não tinham sido transferidos para outro hospital, para permitir a avaliação de tratamentos completos (Chin et al., 2011).

Com base nesta população aplicaram-se então os critérios de inclusão dos hospitais em estudo. Consideraram-se os hospitais com um volume de episódios de EAM superior a 30 casos, garantindo-se um número mínimo de observações para limitar a distorção dos resultados (Chevreul et al., 2012; Bertomeu et al., 2013), num total final de 37 hospitais pertencentes ao SNS em Portugal continental.

Foram excluídos da análise os episódios que, por diversos motivos, se considerou não contribuírem para a investigação. Em particular:

- Apurou-se em 2012 e 2013 a existência de um tipo de tratamento “Outro”, não enquadrável nem em médico nem em cirúrgico, num total de 26 episódios, que foram retirados;
- Foram excluídos episódios de hospitais onde se encontravam registados procedimentos de angioplastia mas onde não existia capacidade instalada de realização deste procedimento, num total de 1977 episódios. Mais precisamente são procedimentos realizados em ambulatório num hospital com capacidade de realização deste procedimento e que retorna o doente ao hospital de origem, dando origem a dupla codificação por parte deste último;
- Retiraram-se 192 episódios por falta de informação da data de registo de cirurgia quando existia um procedimento de angioplastia registado;
- Por último, foram retirados 296 episódios que apresentavam códigos inválidos de distrito, concelho ou freguesias, impossibilitando o cálculo das distâncias.

A população final do estudo resultou em 9.291, 9.764 e 9.626 em 2011, 2012 e 2013 respetivamente, totalizando 28.681 episódios.

Na Tabela 4-1 é apresentado um resumo da evolução do número de episódios durante o processo de seleção da população em estudo.

Tabela 4-1 - Evolução do número de episódios da base de dados de resumos de alta dos hospitais do SNS

	2011		2012		2013		Total	
	Nº epis. excluídos	Nº epis. Total	Nº epis. excluídos	Nº epis. Total	Nº epis. excluídos	Nº epis. Total	Nº epis. excluídos	Nº epis. Total
Total de episódios inicial	-	925 920	-	930 917	-	909 502	-	2 766 339
Seleção EAM	913 847	12 073	918 567	12 350	897 058	12 444	2 729 472	36 867
Exclusão de episódios com EAM subsequentes	108	11 965	140	12 210	134	12 310	382	36 485
Exclusão de episódios transferidos	1 707	10 258	1 718	10 492	1 823	10 487	5 248	31 237
Exclusão de episódios de hospitais com volume de EAM inferior a 30 episódios	18	10 240	27	10 465	20	10 467	65	31 172
Exclusão de tipo de tratamento "Outro"	0	10 240	23	10 442	3	10 464	26	31 146
Exclusão episódios codificados como angioplastia em hospitais sem este procedimento	672	9 568	571	9 871	734	9 730	1 977	29 169
Exclusão de episódios sem data de registo de cirurgia	189	9 379	2	9 869	1	9 729	192	28 977
Exclusão de episódios com códigos inválidos de distrito, concelho e freguesia errados	88	9 291	105	9 764	103	9 626	296	28 681

4.1.4. Definição de variáveis

As variáveis dependentes do estudo são a duração de internamento e a mortalidade. As variáveis independentes referem-se a características dos doentes e dos hospitais. Apresenta-se de seguida a descrição de cada uma delas:

Variáveis dependentes:

- Duração de internamento (DI) – Total de dias utilizado por um doente internado num período, nos diversos serviços de um estabelecimento de saúde com internamento, exceptuando o dia da alta do doente nesse estabelecimento de saúde (INE, 2005). Apontado como um importante indicador de resultados no EAM (Tran et al., 2003; OECD, 2014), a DI foi selecionada para esta investigação como variável dependente ou variável resposta a ser estudada. Na base de dados em estudo foram encontrados doentes com zero dias de internamento. Optou-se por incluí-los no estudo recodificando-os para um dia de internamento, num total de 1163 episódios (Berger et al., 2008).

Em algumas análises estatísticas foi necessário transformar esta variável, logaritmando-a, de forma a que ela pudesse satisfazer pressupostos de normalidade (Van Houdenhoven et al., 2007; Wiler et al., 2012; Häkkinen et al., 2014).

- Mortalidade – A mortalidade observada num determinado hospital foi obtida pela informação constante dos dados de resumo de alta. É uma variável com dois valores (1: doentes falecidos). Esta variável é apontada como um importante indicador de resultados no EAM com validade amplamente comprovada em diversos estudos e com o devido ajustamento ao risco de cada doente (Tran et al., 2003; Tu et al., 2008; Häkkinen et al., 2013; Brekke, Gravelle, Siciliani, & Straume, 2014; OECD, 2014; Dégano et al., 2015).

O conjunto de variáveis a seguir descrito são as variáveis consideradas importantes para explicar as diferenças nos indicadores atrás referidos (duração de internamento e de mortalidade). Para tal, foi criada uma estrutura hierárquica de dados em que se agrupa um conjunto de fatores consoante o seu tipo: características do doente (demográficas, diagnóstico principal, tipo de EAM, comorbilidades e procedimentos),

outras características (tempo até ao hospital) e características do hospital (hospital com “via verde coronária”, volume do hospital e função ensino):

Variáveis relacionadas com as características do doente:

- Demográficas – estão incluídas neste grupo a idade e o sexo:
 - Idade – Variável obtida através do registo de dados administrativos no resumo de alta. A idade é uma variável que pode influenciar a utilização de recursos e a mortalidade. De facto, o custo de tratar pessoas mais velhas pode ser mais elevado do que tratar as pessoas mais jovens devido a um maior número de complicações e um tempo maior de recuperação, traduzido em mais dias de internamento e piores resultados clínicos (Iezzoni, 1997; Park et al., 2013; Qi Fan et al., 2015).
 - Sexo – O impacto desta variável na variabilidade do consumo de recursos poder-se-á explicar pela diferença que existe entre os sexos quanto ao risco face a certas doenças (Iezzoni, 1997; Park et al., 2013; Crea et al., 2015; Paulus et al., 2015). Esta variável foi codificada com os valores 0 para feminino e 1 para masculino.
- Diagnóstico principal - Condição que é considerada, após estudo do doente, como o motivo para a admissão no hospital (Hornbrook, 1985). Referenciando o conceito de EAM (ver ponto 1.1), o âmbito deste trabalho irá focar-se nos tipos 1 (trombose coronária) e 2 (Isquémia por desequilíbrio necessidades) (Steg et al., 2012; Thygesen et al., 2012).
- Tipo de EAM – Descreve o tipo de enfarte, que poderá ter influência na gravidade do doente (Steg et al., 2012; Amin et al., 2013; Häkkinen et al., 2014). Esta definição decorre do resultado do eletrocardiograma que deve ser efetuado assim que o doente entra no hospital (Steg et al., 2012). Quanto à sua localização, os enfartes na zona anterior do coração no STEMI são identificados como mais graves porque envolvem uma zona maior do músculo do coração e poderão por essa razão ter influência nos resultados (Steyerberg et al., 2005; Saczynski et al., 2010; Graham et al., 2012). Foram assim definidos quatro tipos de EAM consoante o seu tipo e localização:

- Supra-ST (STEMI) anterior - Enfarte agudo do miocárdio com supradesnívelamento do segmento ST de localização anterior, com base nos seguintes códigos ICD-9-CM: 41001 e 41011;
 - STEMI outros - Enfarte agudo do miocárdio com supradesnívelamento do segmento ST de outras localizações com base nos seguintes códigos ICD-9-CM: 41000, 41010, 41020, 41021, 41030, 41031, 41040, 41041, 41050, 41051, 41060, 41061, 41070, 41080, 41081;
 - NSTEMI - Enfarte agudo do miocárdio sem supradesnívelamento do segmento ST com base no seguinte código ICD-9-CM: 41071;
 - Inespecífico com base no seguinte código ICD-9-CM: 41090 e 41091.
-
- Comorbilidades - Um ou mais diagnósticos secundários presentes na admissão do doente ao internamento não relacionados com o diagnóstico principal (Lopes, 2010) que podem levar a um maior consumo de recursos devido ao maior risco de morte e de ocorrência de complicações, bem como a existência de reservas fisiológicas mais baixas (Iezzoni, 1997; Valderas et al., 2009).

Tendo em conta o estudo de doentes com EAM, foi selecionado um conjunto de comorbilidades que poderão ser influenciadoras do aumento do risco de morte do doente e/ou do consumo de recursos (Tu et al., 2001; Hayashida et al., 2007; Tu et al., 2008; Park et al., 2013; Bertomeu et al., 2013; Stargardt et al., 2014). Definiram-se então as seguintes variáveis com os valores presente ou não presente no episódio (1/0), tendo como base os diagnósticos secundários de cada doente^b. Refira-se ainda que os códigos ICD-9-CM foram validados por um médico cardiologista com formação em codificação:

- **Choque** – Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM, 78551 e 78552 .
- **Insuficiência cardíaca congestiva (Congestive heart failure)** - Foi utilizado para a sua construção o código ICD-9-CM 4280.
- **Cancro** - Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM 140x a 181 e 2090x a 2097x.
- **Edema pulmonar** - Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM 518.4, 514 e 4281.

^b A letra x na identificação dos códigos representa todo o conjunto de números associado no código ICD-9-CM ao número assinalado.

- **Doença renal aguda** - Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM 584x, 403x, 404x e 9967.
 - **Doença renal crónica** - Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM v4511 e de 5851 a 5859.
 - **Doença cerebrovascular** - Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM de 430 a 437.
 - **Disritmia cardíaca** - Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM de 4270x a 4279.
 - **Diabetes com complicações** - Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM de 2501x a 2509x.
 - **Diabetes sem complicações** - Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM 2500x.
 - **Doença isquémica do coração** - Foi utilizado para a sua construção o código ICD-9-CM 41401.
 - **Anemia** - Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM de 280x a 285x.
 - **Infeções respiratórias** - Foram utilizados para a sua construção os códigos ICD-9-CM 480x a 488x, 466x e 5198.
-
- **Procedimento efetuado** – esta variável identifica seis procedimentos principais no tratamento do EAM (Hamm et al., 2011; Steg et al., 2012; Thygesen et al., 2012; Park et al., 2013; Kaul et al., 2014) recorrendo às 20 variáveis de procedimentos constantes do resumo de alta:
 - **Angioplastia primária** – A angioplastia primária é considerada, segundo as *guidelines* da SEC, o tratamento definido para doentes com STEMI (Fonseca & Santos, 2012; Steg et al., 2012) e surge associada a durações de internamento mais curtas e menor mortalidade (Saczynski et al., 2010; Chevreul et al., 2012). Para a construção desta variável e dado não se encontrar diretamente disponível, partiu-se do pressuposto de que todos os procedimentos codificados com o código de ICD-9-CM 0066, com a data de admissão e de cirurgia no mesmo dia eram angioplastia primária.
 - **Angioplastia sem fibrinólise** – Todos os doentes que não fizeram angioplastia no mesmo dia da admissão (angioplastia primária) mas com procedimentos codificados com o código de ICD-9-CM 0066 e também não efetuaram procedimento de fibrinólise (código ICD-9-CM 9910).

- Fibrinólise – Todos os doentes que fizeram apenas tratamento de fibrinólise. Para a construção desta variável selecionaram-se os episódios com o código de ICD-9-CM 9910 e sem códigos de angioplastia ICD-9-CM 0066.
- Angioplastia e fibrinólise - Todos os doentes que não fizeram angioplastia no mesmo dia da admissão (angioplastia primária) mas com procedimentos codificados com o código de ICD-9-CM 0066 e efetuaram fibrinólise com procedimentos codificados de ICD-9-CM 9910.
- Outros Procedimentos cirúrgicos – Doentes com intervenção cirúrgica que não angioplastia.
- Outros Procedimentos não cirúrgicos – Doentes com outro tipo de procedimentos que não angioplastia, fibrinólise ou cirúrgico. Apurada por exclusão das restantes.

Variáveis relacionadas com outras características:

- Tempo até ao hospital – variável contínua, refere-se ao tempo que demora a percorrer a distância entre a morada do doente e o hospital. A morada do doente foi recolhida através dos campos distrito, concelho e freguesia constante do resumo de alta do doente e o concelho, distrito e freguesia do hospital em que foi atendido. Partindo-se assim da sede de freguesia da residência do doente e do hospital, calculou-se o tempo entre os dois pontos através de um software de cálculo de distâncias.

Variáveis relacionadas com as características dos hospitais:

- Hospital com “via verde coronária” – os hospitais que pertencem à “via verde coronária” estão equipados com sala de hemodinâmica que permite responder durante 24h às urgências de enfarte agudo do miocárdio. Dispõem de tecnologia avançada que permite responder a esta patologia de forma diferente dos hospitais que a não têm, conseguindo reduções na mortalidade e na duração de internamento (Steg et al., 2012; Morris et al., 2014). Os hospitais com “via verde coronária” considerados para o estudo foram: Hospital de Braga; Centro Hospitalar de São João; Centro Hospitalar de Trás os Montes e Alto Douro; Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia e Espinho; Centro Hospitalar do Porto; Centro Hospitalar Tâmega e Sousa; Centro Hospitalar da Universidade de

Coimbra; Centro Hospitalar de Leiria Pombal; Centro Hospitalar de Tondela Viseu; Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental; Centro Hospitalar Lisboa Norte; Centro Hospitalar de Lisboa Central; Centro Hospitalar de Setúbal; Hospital Amadora Sintra; Hospital Garcia de Orta; Hospital do Espírito Santo de Évora; Centro Hospitalar do Algarve. Esta variável assume dois valores (1 para os hospitais com via verde e 0 para os restantes).

- Volume do hospital – O volume do hospital foi calculado a partir do número de episódios de doentes que tiveram *alta vivo* ou *falecido* de cada hospital em estudo. Foi demonstrada em diversos estudos a redução da mortalidade e da duração de internamento em hospitais com maior volume e maior complexidade (Bertomeu et al., 2013; Schiele et al., 2013; Reames et al., 2014).
- Função ensino – Define se o hospital é universitário ou não. É apontada como uma variável importante em estudos de DI e de mortalidade no EAM (Afana et al., 2015; Häkkinen et al., 2015). Foram considerados como hospitais universitários: Centro Hospitalar Lisboa Norte; Centro Hospitalar de Lisboa Central; Centro Hospitalar do Porto; Centro Hospitalar de São João; Centro Hospitalar da Cova da Beira e Hospital de Braga. É uma variável com duas categorias (1 para os hospitais universitários e 0 para os restantes).

4.1.5. Análise de dados

É descrita nos pontos seguintes a abordagem utilizada para análise dos dados no estudo das diferenças na DI e na mortalidade no EAM entre hospitais. Para suporte teórico ao desenvolvimento das técnicas estatísticas ver Anexo A.

Os dados foram trabalhados e analisados em MS Excel para Mac 14.0.0, em SPSS 19.0 (*Statistical Package for the Social Sciences*) e no R-Cran (A Language and Environment for Statistical Computing).

4.1.5.1. Diferenças na duração de internamento

Para o estudo das **diferenças na duração de internamento** no EAM foram utilizados os episódios de doentes com alta vivo, num total de 25.615, recorrendo a modelos lineares generalizados Poisson, Gamma e Gaussianos (este último com a

transformação logarítmica dos dados) (Faraway, 2006, 2009) e ainda modelos de misturas Gaussianas (longa e curta duração) (Lee, Wang, Yau, McLachlan, & Ng, 2007; Singh & Ladusingh, 2010) com efeito aleatório/multinível (1º nível - doente, 2º nível – hospital) (Zuur, Ieno, Walker, Saveliev, & Smith, 2009).

Considerou-se assim a possibilidade de existirem efeitos aninhados, escolhendo-se o modelo linear generalizado com efeito aleatório associado ao nível hospital (MLGM). Os modelos mistos são essencialmente utilizados para descrever relações entre a variável resposta e as covariáveis para dados agrupados por um, ou mais, critérios de classificação. Associando um efeito aleatório, comum às observações dentro do mesmo nível de classificação, os modelos de efeitos mistos permitem avaliar a estrutura de covariância induzida pelo efeito de agrupamento dos dados. O problema fundamental quando ignoramos o efeito de grupo é que esse efeito é incorporado nos resíduos levando a uma inflação da variabilidade residual (Zuur et al., 2009).

Para a escolha das variáveis na análise múltipla foi efetuada uma análise simples ajustada a cada uma das metodologias selecionadas para este estudo, partindo dos grupos de covariáveis disponíveis:

- Demográficas;
- Tipo de enfarte;
- Comorbilidades;
- Procedimentos;
- Tempo até ao hospital;
- Características dos hospitais.

Após esta seleção fez-se uma avaliação sequencial dos seguintes modelos:

- O modelo nulo de efeitos fixos (m_0);
- O modelo nulo de efeitos fixos mais componente aleatória para o efeito hospital, ou seja, modelo nulo de efeitos mistos (g_0);
- Modelos de efeitos mistos por grupo de covariáveis:
 - Demográficas (g_1) - incluiu-se neste grupo a variável “tempo até ao hospital”;
 - Tipo enfarte (g_2);
 - Procedimentos (g_3);
 - Comorbilidades (g_4);
 - Características dos hospitais (g_5).

Em cada grupo foram retiradas as variáveis não significativas (*p-value* de referência a 25%) e avaliada a variabilidade explicada por esse grupo tendo em conta o pseudo- R^2 e o valor do AIC.

- Modelos que associam os grupos anteriores sequencialmente e por ordem de variabilidade explicada, do maior para o menor. Por exemplo, dado que os melhores modelos foram sempre g4 e g1, começam-se por construir o modelo g14, seguido do g143, etc, obtendo-se no final o modelo de efeitos mistos.

Considerou-se que o **desperdício** na duração de internamento resulta da variância associada ao efeito aleatório hospital associado à variabilidade não explicada pelas covariáveis consideradas ao nível hospital. Além disso, a importância desse desperdício relativamente à informação inicial existente, depois de controlados os efeitos ao nível doente, resulta da diferença de variabilidade explicada entre o melhor modelo de efeitos mistos e o mesmo modelo mas apenas com a componente fixa. Esta diferença foi avaliada através da diferença entre os Pseudo- R^2 dos dois modelos (efeitos fixos vs efeitos mistos) (OMS, 2010 citando um trabalho de Hollingsworth, 2008; Burns et al., 2014).

O passo seguinte consistiu em quantificar este desperdício por hospital, evidenciando assim as suas diferenças (Drye et al., 2012; Häkkinen et al., 2015). Em termos teóricos o efeito hospital é uma variável aleatória com distribuição de probabilidade Gaussiana de valor médio 0 e variância estimada pelo processo de maximização da verosimilhança efetuada em cada modelo. Além disso, este processo de maximização oferece, em cada modelo, uma “pseudo-observação” (designemo-la por α) por hospital. A exponencial desse valor ($\exp(\alpha)$) pode ser encarado como um efeito multiplicativo do hospital sobre o valor esperado estimado (tempo de internamento) por cada doente ($\exp(\mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta})$).

Como exemplo, para $\exp(\mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta}) \times \exp(\alpha)$, se $\alpha=0,18$ tal que $\exp(\alpha) \approx 1,2$, o tempo de internamento por doente, nesse hospital, aumenta 20% relativamente a um hospital de nível 0 (média do tempo de internamento em todos os hospitais, i.e., supondo que o mesmo doente é tratado em todos hospitais avaliados neste estudo) (Häkkinen et al., 2015).

Assim o desperdício é representado como o número de dias em média a mais por cada hospital e que resulta da multiplicação pelo número de doentes internados no conjunto dos hospitais.

Em algumas análises estatísticas foi necessário transformar esta variável, logaritmando-a, de forma a que ela pudesse satisfazer pressupostos de normalidade. Assim, os coeficientes associados aos diversos modelos criados nestas condições deverão ser interpretados de forma indireta. Por exemplo no caso da interpretação do efeito de um preditor categorizado por dois níveis, a exponencial do coeficiente associado a este preditor será interpretado como a razão do tempo de internamento médio entre os dois níveis do preditor (Van Houdenhoven et al., 2007; Wiler et al., 2012; Häkkinen et al., 2014).

4.1.5.2. Diferenças na mortalidade

Para avaliar as **diferenças na mortalidade** no EAM foram analisados apenas os hospitais com “via verde coronária” num total de 22.380 episódios e aplicada a **regressão logística** com efeito aleatório/multinível (1º nível - doente, 2º nível – hospital) no desenvolvimento desta análise.

A regressão logística é amplamente usada em investigação na área da saúde podendo ser encontrados vários estudos com a sua aplicação (Wright et al., 2003; Hayashida et al., 2007; Méndez-Eirín et al., 2012; Li, 2014; Thang et al., 2015). Sempre que aplicável, para a análise dos coeficientes do modelo foi utilizado o **Odds Ratio (OR)** pela sua facilidade de interpretação (Li, 2014).

O OR consiste numa aproximação à relação entre o risco de um grupo e outro (Hosmer Jr, Lemeshow, & Sturdivant, 2013). Um OR superior a 1 representa um risco comparativamente maior do evento em estudo e um risco comparativamente menor quando é inferior a 1. A interpretação do OR, consoante se trate de uma variável contínua ou categórica, é diferente:

- Nas variáveis contínuas, o OR traduz o acréscimo de risco do evento em estudo quando esta aumenta 1 unidade;
- Nas variáveis categóricas (dicotómicas ou não) é considerado um grupo de referência, pelo que um OR superior a 1 de um determinado valor da variável

significa um maior risco. Quando o OR for inferior a 1, a interpretação é a inversa.

A escolha para análise dos hospitais com “via verde coronária” deveu-se ao facto de os hospitais sem “via verde” receberem os doentes tratados em ambulatório nos hospitais com “via verde”, não refletindo, portanto, o tratamento completo do doente; este facto poderia enviesar os resultados da análise da mortalidade (Kaul et al., 2014). Aqui coloca-se a questão de saber “porquê só a mortalidade?”. Enquanto para a mortalidade se avalia o tratamento em si, na duração de internamento avalia-se a eficiência e a capacidade de organização das equipas, podendo ser comparáveis entre si. Ao analisarmos o EAM em específico, e sendo a angioplastia primária o tratamento indicado, não nos parece fazer sentido avaliar hospitais que não tratem estes doentes na fase aguda do episódio.

Para a escolha das variáveis na análise múltipla foi efetuada uma análise simples ajustada a cada uma das metodologias selecionadas para este estudo, partindo dos grupos de covariáveis disponíveis:

- Demográficas;
- Tipo de enfarte;
- Comorbilidades;
- Procedimentos;
- Tempo até ao hospital;
- Características dos hospitais.

Após esta seleção fez-se uma avaliação sequencial dos seguintes modelos:

- O modelo nulo de efeitos fixos (m_0);
- O modelo nulo de efeitos fixos mas com componente aleatória para o efeito hospital, ou seja, modelo nulo de efeitos mistos (g_0);
- Modelos de efeitos mistos por grupo de covariáveis:
 - Demográficas (g_1) – incluiu-se neste grupo a variável “tempo até ao hospital”;
 - Tipo enfarte (g_2);
 - Procedimentos (g_3);
 - Comorbilidades (g_4);
 - Características dos hospitais (g_5).

Em cada grupo foram retiradas as variáveis não significativas (*p-value* de referência a 25%) e avaliada a variabilidade explicada por esse grupo tendo em conta o pseudo- R^2 e o valor do AIC.

- Modelos que associam os grupos anteriores sequencialmente e por ordem de variabilidade explicada, do maior para o menor. Por exemplo, dado que os melhores modelos foram sempre g4 e g1, começam-se por construir o modelo g14, seguido do g143, etc, obtendo-se no final o modelo de efeitos mistos.

Considerou-se que o **desperdício** na mortalidade resulta da variância associada ao efeito aleatório hospital associado à variabilidade não explicada pelas covariáveis consideradas ao nível hospital. Além disso, a importância desse desperdício relativamente à informação inicial existente, depois de controlados os efeitos ao nível doente, resulta da diferença de variabilidade explicada entre o melhor modelo de efeitos mistos e o mesmo modelo mas apenas com a componente fixa. Esta diferença foi avaliada através da diferença entre os Pseudo- R^2 dos dois modelos (efeitos fixos vs efeitos mistos) (OMS, 2010 citando um trabalho de Hollingsworth, 2008; Burns et al., 2014).

De seguida quantificou-se este desperdício por hospital, evidenciando assim as suas diferenças (Drye et al., 2012; Häkkinen et al., 2015). Em termos teóricos o efeito hospital é uma variável aleatória com distribuição de probabilidade Gaussiana de valor médio 0 e variância estimada pelo processo de maximização da verosimilhança efetuada em cada modelo. Além disso, este processo de maximização oferece, em cada modelo, uma “pseudo-observação” (designemo-la por α) por hospital. A exponencial desse valor ($\exp(\alpha)$) pode ser encarado como um efeito multiplicativo do hospital sobre o valor esperado estimado (probabilidade de morte) por cada doente ($\exp(\mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta})$).

Assim o desperdício representa o número de mortes evitáveis e que resulta da multiplicação pelo número de doentes internados no conjunto dos hospitais.

4.1.5.3. Seleção de variáveis para análise múltipla

Dizem-nos Hosmer Jr, Lemeshow, & Sturdivant (2013) que quanto mais variáveis forem incluídas num modelo de regressão maior o número de erros e maior a

dependência do modelo dos dados observados, devendo ser avaliada previamente, variável a variável, qual a contribuição de cada uma face à dependente, filtrando aquelas que deverão entrar na análise múltipla. Sempre que aplicável, foi assim efetuada uma **análise simples** ajustada pelo respetivo modelo às variáveis em estudo. Esta avaliação foi realizada através do teste de Wald considerando-se nesta fase como nível de significância 25% (p-value <25%). No entanto, deve ter-se em conta o objeto e a disciplina de estudo de modo a que este valor não coloque de parte variáveis que podem ser consideradas importantes (Hosmer Jr et al., 2013).

Para a **análise múltipla** utilizaram-se como **métodos de seleção** de variáveis, o *stepwise forward* e o *stepwise backward* tendo como referência o **Akaike Information Criterion (AIC)**. Este critério procura o modelo mais adequado penalizando os modelos com muitos parâmetros (muitas variáveis). O modelo selecionado é aquele que apresenta um AIC menor (Faraway, 2006; Hosmer Jr et al., 2013).

4.1.5.4. Validação dos resultados

Para a avaliação tanto do modelo como da variabilidade entre os hospitais na mortalidade e na DI foi utilizado o **Pseudo-R²**.

Seja L_0 a verosimilhança do modelo nulo (o modelo mais simples de todos, onde a variável resposta é apenas explicada por uma quantidade fixa β_0 , o que é o mesmo que dizer que as covariáveis conhecidas não influenciam a resposta) e L_C a verosimilhança do modelo que nós consideramos como o melhor modelo. Nestas condições um pseudo-R² indica a percentagem de variabilidade que o melhor modelo explica da variabilidade inicial. No caso do modelo linear este valor varia entre 0 e 1 e um valor próximo de 1 indica que a informação fornecida pelas covariáveis explicam quase tudo na resposta encontrada.

- No caso dos modelos lineares generalizados simples e mistos é um pouco diferente porque as verosimilhanças podem ser funções com comportamentos estranhos e portanto é difícil a comparação entre modelos. Apesar disso os pseudo-R² são indicadores com utilidade tendo sido utilizados neste trabalho o **McFadden**, o **Cox-Snell** e o **Nagelkerke** para poder existir uma base de comparação (Faraway, 2009) (sendo $\text{Log}(L_0) = \ell_0$ e $\text{Log}(L_C) = \ell_C$ e n o número de linhas da nossa base de dados):

- McFadden (**R²_M**)

$$R_{Mc}^2 = 1 - \frac{\ell_C}{\ell_0}$$

- Cox-Snell (R_{CS}^2)

$$R_{C\&S}^2 = 1 - (L_0 / L_C)^{2/n}$$

- Nagelkerke (R_N^2) - Adapta o coeficiente de Cox-Snell de forma a, no limite, poder tomar o valor 1

$$R_N^2 = \frac{1 - (L_0 / L_C)^{2/n}}{1 - L_0^{2/n}}$$

Para avaliar a capacidade de discriminação do modelo de regressão logística, foi também usada a área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) que deriva de medidas de sensibilidade e de especificidade e cuja área sob a curva varia entre 0 e 1. Quanto mais próxima estiver de 1, maior é a capacidade do modelo para discriminar os indivíduos que apresentam a característica de sucesso. Para valores a partir de 0,8 considera-se que o modelo tem uma excelente discriminação (Hosmer Jr et al., 2013).

Quanto à calibração do modelo de regressão logística foi utilizada a Hosmer & Lemeshow *statistic* que se refere à concordância entre o observado e o risco previsto do evento em estudo. O modelo encontra-se calibrado quando o *p-value* > 0,05 e quanto mais próximo estiver de 1 melhor é a calibração (1: calibração perfeita) (Hosmer Jr et al., 2013).

4.2. Resultados

O estudo das diferenças na duração de internamento e na mortalidade nos doentes com EAM por hospital e o impacto das características destes hospitais nas diferenças encontradas, incluiu um total de 28.681 episódios nos anos de 2011, 2012 e 2013 pertencentes a 37 hospitais do SNS. A Tabela 4-2 apresenta os resultados do volume de episódios por ano e tipo de enfarte e respetiva demora média e percentagem de mortalidade associadas.

Nos três anos em estudo existe uma tendência de aumento do número de casos de EAM, uma ligeira descida da demora média (2011 e 2012 - 8,0; 2013 - 7,9 dias) e após um ligeiro aumento de 2011 para 2012 (10,8% para 11%) da taxa de mortalidade, volta a descer em 2013 para uma taxa de mortalidade de 10,3%. Se analisarmos o tipo de EAM percebemos que existe uma tendência de descida no STEMI e uma tendência de aumento dos caso de NSTEMI. No total dos três anos a demora média nesta população é de 8 dias com uma taxa de mortalidade de 10,7%, conforme apresentado na Tabela 4-3.

Tabela 4-2 - Evolução do número de episódios de EAM por ano, tipo de EAM, DM e mortalidade

Ano	Tipo EAM	Frequência (n)	DM (dias)	Mortalidade (%)
2011	STEMI	4405	7,9	12,8
	NSTEMI	4540	8,2	7,4
	Inespecífico	346	8,6	28,9
	Total	9291	8,0	10,8
2012	STEMI	4387	7,6	13,1
	NSTEMI	5022	8,3	7,9
	Inespecífico	355	9,2	29,9
	Total	9764	8,0	11,0
2013	STEMI	4230	7,6	12,0
	NSTEMI	5017	8,1	7,2
	Inespecífico	379	8,5	31,7
	Total	9626	7,9	10,3

DM Demora média

Na Tabela 4-3 apresentam-se com maior detalhe os resultados da população em estudo para todos os episódios, para os episódios com alta vivo e para os episódios de doentes tratados em hospitais com “via verde coronária” da seguinte forma:

- Volume de episódios por cada variável em estudo;

- Demora média em dias por cada variável em estudo para todos os episódios e para os episódios com alta vivo;
- Percentagem de mortalidade por cada variável em estudo para todos os episódios e para os episódios de doentes tratados em hospitais com “via verde coronária”;
- Resultados da análise simples de cada variável para a mortalidade e para a DI (apresentam-se os resultados para as quatro metodologias estatísticas aplicadas neste estudo).

Assim, para o estudo da duração de internamento foram seleccionados os episódios com alta vivo num total de 25.615 com uma demora média total de 8 dias. Para o estudo da mortalidade foram seleccionados os episódios de doentes tratados em hospitais com “via verde coronária” num total de 22.380 com uma mortalidade observada de 9,5%.

Analisando a predominância de cada variável nas três amostras de doentes de EAM em estudo (total da população (TP), episódios com alta vivo (AV) e doentes tratados em hospitais com “via verde coronária” (VVC)) são mais frequentes:

- Os doentes do sexo masculino (64%; 65,1%; 65,8%);
- Com um tipo de EAM NSTEMI (50,8%; 52,6%; 50,1%);
- Com doença isquémica do coração (52,3%; 55,5%; 59,6%) e com diabetes sem complicações (26,9%; 26,9%; 26,5%).

De referir que 41,5% da população total fez angioplastia e que 0,4% fez apenas fibrinólise. Foram tratados 78,3% dos doentes em hospitais com “via verde coronária” e 37,2% em hospitais com função de ensino universitário.

Quanto à duração de internamento foi registada uma demora média mais elevada nos doentes do sexo feminino (8,4 TP; 8,8 AV nas mulheres face a 7,7 TP e AV nos homens) e também observada uma mortalidade maior no sexo feminino (13,4% TP; 12,2% VVC nas mulheres face a 9,2% TP; 8,1 VVC nos homens).

Regista-se uma maior demora média e uma maior mortalidade nos doentes com tipo de EAM com codificação inespecífica (DM - 8,8 TP; 10,2 AV; mortalidade – 30,2% TP; 26,3% VVC).

Tabela 4-3 - Características da população EAM dos hospitais em estudo e análise simples (p-value) de cada variável

	Todos os episódios				Episódios com alta vivo			Episódios com “via verde coronária”			Análise simples (p-value)				
	Freq. (n)	Freq. (%)	DM (dias)	Mort. (%)	Freq. (n)	Freq. (%)	DM (dias)	Freq. (n)	Freq. (%)	Mort. (%)	Mort.	DI			
											Reg Log	Poisson	Gamma	Gauss	Gauss Mix
Total	28681	100	8,0	10,7	25615	100	8,0	22 380	100,0	9,5					
<u>Demográficas</u>															
Idade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Sexo											0,000	0,000	0,000	0,000	-
M	18369	64,0	7,71	9,2	16687	65,1	7,7	14737	65,8	8,1					
F	10312	36,0	8,42	13,4	8928	34,9	8,8	7643	34,2	12,2					
Tempo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,339	0,000	0,000	0,000	-
<u>Tipo de EAM</u>											0,000	0,000	0,000	0,000	-
STEMI Anterior	5321	18,6	7,9	12,9	4634	18,1	8,0	4347	19,4	12,2					
STEMI Outros	7701	26,9	7,5	12,5	6741	26,3	7,7	6287	28,1	11,1					
NSTEMI	14579	50,8	8,2	7,5	13486	52,6	8,1	11202	50,1	6,7					
Inespecífico	1080	3,8	8,8	30,2	754	2,9	10,2	544	2,4	26,3					
<u>Procedimentos</u>											0,000	0,000	0,000	0,000	-
Angioplastia primaria	8176	28,5	6,4	5,2	7754	30,3	6,4	8146	36,4	5,2					
Angioplastia sem fibrinólise	3477	12,1	8,2	2,9	3377	13,2	8,1	3462	15,5	2,9					
Angioplastia e fibrinólise	249	0,9	7,0	33,7	165	0,6	8,7	81	0,4	27,2					
Fibrinólise sem angioplastia	110	0,4	9,7	6,4	103	0,4	8,4	109	0,5	6,4					
Outros procedimentos não cirúrgicos	14915	52,0	8,0	15,2	12654	49,4	8,4	8970	40,1	15,6					
Outros procedimentos cirúrgicos	1754	6,1	14,3	10,9	1562	6,1	13,6	1612	7,2	11,0					
<u>Doentes com comorbilidades</u>															
Anemia	3353	11,7	12,6	14,5	2867	11,2	12,7	2466	11,0	13,7	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Cancro	697	2,4	10,4	22,5	540	2,1	11,2	503	2,2	18,3	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Choque	1086	3,8	11,8	71,8	306	1,2	23,4	895	4,0	69,6	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Diabetes com complicações	1499	5,2	12,3	17,0	1244	4,9	12,4	1152	5,1	15,8	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Diabetes sem complicações	7720	26,9	8,5	10,7	6892	26,9	8,6	5941	26,5	9,7	0,390	0,000	0,000	0,000	-
Disritmia cardíaca	2590	9,0	10,3	13,7	2235	8,7	10,3	2163	9,7	11,7	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Doença cerebrovascular	1454	5,1	13,2	21,0	1149	4,5	13,8	1125	5,0	20,6	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Doença Isquémica do coração	15006	52,3	8,0	5,3	14210	55,5	7,9	13337	59,6	5,4	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Doença renal aguda	3159	11,0	12,5	20,0	2527	9,9	13,0	2493	11,1	19,8	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Doença renal crónica	3169	11,0	11,7	17,5	2615	10,2	12,0	2417	10,8	16,4	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Edema pulmonar	1872	6,5	11,8	20,9	1480	5,8	12,4	1483	6,6	20,0	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Infeções respiratórias	2553	8,9	15,1	23,9	1943	7,6	16,2	1801	8,0	22,6	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Insuficiência cardíaca congestiva	2689	9,4	12,0	19,1	2175	8,5	12,6	1879	8,4	17,5	0,000	0,000	0,000	0,000	-
<u>Características dos hospitais</u>															
Hospital “via verde coronária”											-	0,008	0,009	0,007	-
Sim	22449	78,3	7,9	9,5	20322	79,3	7,9	-	-	-					
Não	6232	21,7	8,3	15,1	5293	20,7	8,7	-	-	-					
Função ensino											0,937	0,989	0,988	0,986	-
Sim	10666	37,2	8,3	9,7	9634	37,6	8,4	10486	46,9	9,5					
Não	18015	62,8	7,8	11,3	15981	62,4	7,9	11894	53,1	9,5					
Volume hospital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,558	0,074	0,081	0,072	-

Freq. Frequência; DM Demora média; Mort. Mortalidade

Quanto ao procedimento efetuado no tratamento do EAM, foram os doentes com outros procedimentos cirúrgicos que apresentaram a maior demora média (14,3 TP; 13,6 AV) face ao procedimento angioplastia primária que apresentam a menor demora média (6,4 dias TP e AV). Na mortalidade foram os doentes que efetuaram angioplastia e fibrinólise que apresentam a maior taxa (33,7% TP; 27,2%), face aos doentes que efetuaram angioplastia sem fibrinólise que apresentam uma taxa de mortalidade de 2,9% TP e VVC.

Nas comorbilidades destacam-se com demora média de internamento mais elevada os doentes com infeções respiratórias (13,1 dias) no TP, mas nos episódios com alta vivo foram os doentes com choque que permaneceram mais tempo internados (23,4 dias). Na mortalidade, os doentes com choque apresentam maior taxa (71,8% TP; 69,6% VVC).

Nas características dos hospitais, as demoras médias mais elevadas registam-se nos hospitais sem “via verde coronária” (8,3 face a 7,9 dias TP e 8,7 face a 7,9 dias AV) e em hospitais com função ensino (8,3 face a 7,8 dias TP e 8,4 face a 7,9 dias AV). Na mortalidade observa-se uma maior taxa nos hospitais sem “via verde coronária” (15,1% face a 9,5% TP) e nos hospitais sem função ensino no TP (11,3% face a 9,7%) sendo igual (9,5%) nos episódios de doentes tratados em hospitais com “via verde coronária”.

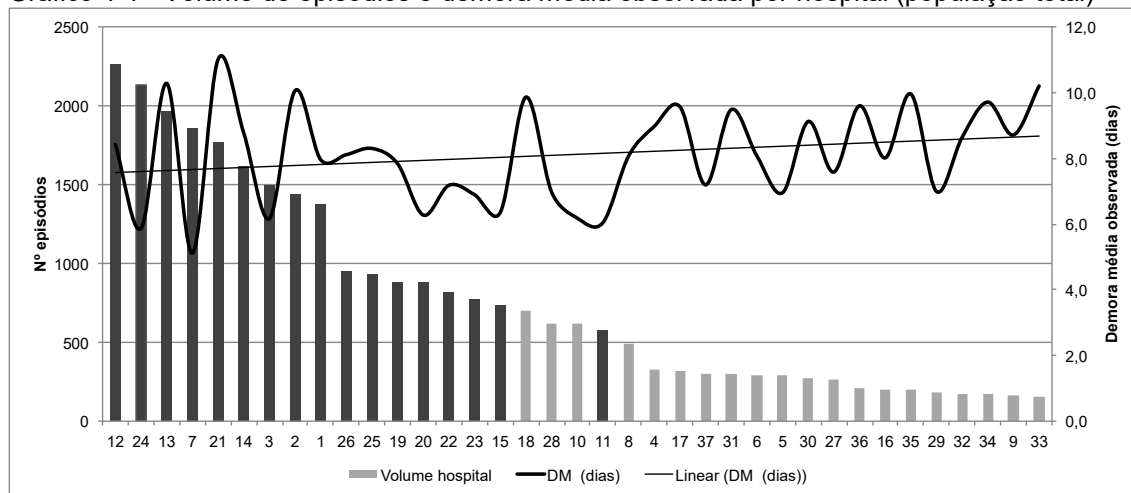
Na análise simples de cada variável em estudo observa-se que, com exceção da diabetes sem complicações, o tempo e o volume do hospital na mortalidade e da função ensino na DI e na mortalidade, as variáveis apresentam significância estatística com $p\text{-value} < 0,25$, tendo sido incluídas como potenciais variáveis explicativas da DI e mortalidade.

Fazendo uma análise mais detalhada aos hospitais em estudo no total da população podemos observar no Gráfico 4-1 o número de episódios por hospital e a respetiva demora média observada e, no Gráfico 4-2 o número de episódios por hospital e respetiva taxa de mortalidade observada.

Observa-se que os hospitais com “via verde coronária” (barra mais escura) têm o maior número de episódios, com exceção do hospital 11, observando-se uma ligeira tendência de subida tanto da demora média como da mortalidade com o decréscimo de doentes tratados por hospital.

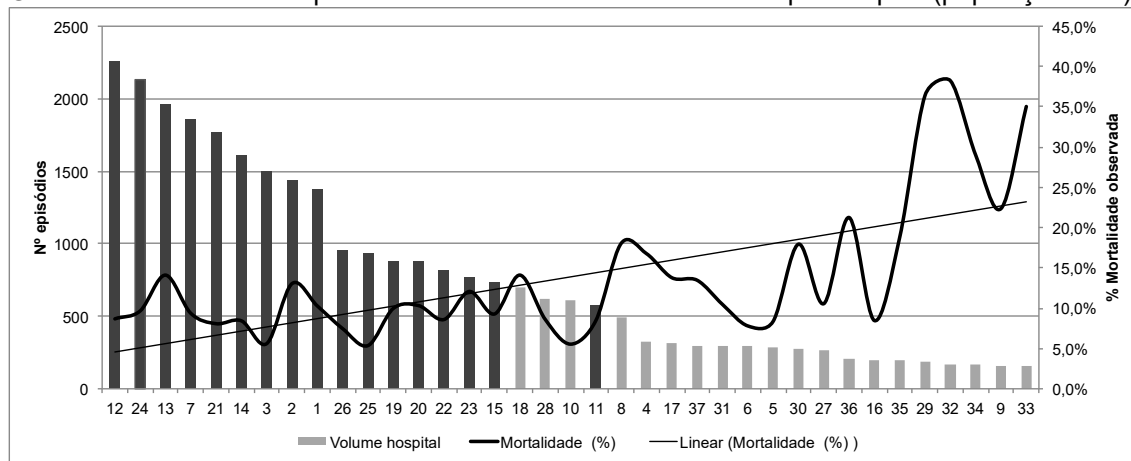
Percebe-se também que a amplitude da variação na demora média entre os hospitais com maior volume de episódios é elevada, registando-se tanto uma das demoras médias mais baixas (H7) como uma das mais elevadas (H21).

Gráfico 4-1 - Volume de episódios e demora média observada por hospital (população total)



Nota: As colunas mais escuras indicam os hospitais com "via verde coronária"

Gráfico 4-2 - Volume de episódios e % de mortalidade observada por hospital (população total)



Nota: As colunas mais escuras indicam os hospitais com "via verde coronária"

Analisando estes dados percebe-se que existem diferenças pelo que interessava perceber como as variáveis disponíveis poderiam explicar estas diferenças observadas.

4.2.1. Diferenças na duração de internamento

A avaliação da explicação de cada conjunto de variáveis na diferença entre hospitais, encontra-se na Tabela 4-4. Esta tabela apresenta por grupo de variáveis, com e sem efeito aleatório por hospital, os resultados da avaliação tanto do modelo como da variabilidade entre os hospitais na DI através da análise do **Pseudo-R²**.

É apresentada também uma média dos **Pseudo-R²** das diferentes metodologias de análise da duração de internamento e respetiva variação do grupo de variáveis face ao modelo que apresentou individualmente o maior poder explicativo (g4 - comorbilidades). A tabela encontra-se ordenada por ordem descendente de explicação da variabilidade pela coluna da média dos modelos de DI.

O efeito aleatório dos hospitais, sem controlo das covariáveis e com o efeito das covariáveis a controlar a resposta, está presente nas últimas linhas do quadro onde se pode ver a variabilidade atribuída aos hospitais e respectivo desvio padrão.

De referir também que o Pseudo-R² Cox-Snell (R^2_{CS}) não é apresentado porque o Pseudo-R² Nagelkerke (R^2_N) deriva do anterior, sendo no nosso caso, devido à dimensão elevada da amostra, os resultados iguais.

Analisando os resultados das diferenças na duração de internamento, observa-se que o efeito principal está nas comorbilidades (g4) associadas aos doentes que explicam em média 24,1% da variabilidade inicial do tempo de internamento com a introdução do efeito hospital. Seguem-se com maior poder explicativo os procedimentos (g3) (12,8%) e as demográficas (g1) (12,5%), seguindo-se as características dos hospitais (g5) (8%) e depois o tipo de enfarte (g2) (7,8%).

De referir que a variável tempo no grupo das demográficas foi retirada da análise por não evidenciar um comportamento desejado na análise múltipla, apresentando um coeficiente negativo e não significativo (ver Anexo B).

Tabela 4-4 - Resumo da variabilidade da DI por modelos estatísticos e grupos de variáveis em %

Grupo de variáveis		Duração de internamento								Média	Variação face às comorb. (g4)
		Poisson		Gamma		Gaussiana		Gaussiana mista			
		R²_M	R²_N	R²_M	R²_N	R²_M	R²_N	R²_M	R²_N		
g12345	Demográficas, tipo de enfarte, procedimentos, comorbilidades e características dos hospitais, com efeito aleatório hospital	19,9	82,9	8,0	38,0	3,2	21,0	17,7	30,7	27,7	3,6%
g1234	Demográficas, tipo de enfarte, procedimentos, comorbilidades, com efeito aleatório hospital	19,9	82,9	8,0	38,0	3,2	21,0	17,7	30,7	27,7	3,6%
g134	Demográficas, procedimentos e comorbilidades, com efeito aleatório hospital	19,8	82,6	7,9	37,6	3,2	20,7	15,5	27,4	26,8	2,7%
m12345	Demográficas, tipo de enfarte, procedimentos, comorbilidades e características dos hospitais, sem efeito aleatório hospital	17,2	78,1	6,6	32,7	2,8	18,6	14,8	26,3	24,6	0,5%
g14	Demográficas e comorbilidades, com efeito aleatório hospital	17,4	78,6	7,0	34,2	2,5	16,9	13,8	24,9	24,4	0,3%
m1234	Demográficas, tipo de enfarte, procedimentos, comorbilidades, sem efeito aleatório hospital	17,0	77,9	6,6	32,4	2,8	18,4	14,2	25,5	24,3	0,2%
g4	Comorbilidades, com efeito aleatório hospital	16,9	77,6	6,6	32,7	2,5	16,7	14,4	25,7	24,1	24,1%
g3	Procedimentos, com efeito aleatório hospital	8,0	50,9	2,9	16,0	1,0	6,7	5,8	11,4	12,8	-
g1	Demográficas, com efeito aleatório hospital	7,4	48,0	3,0	16,1	0,7	5,2	6,8	13,1	12,5	-
g5	Características dos hospitais, com efeito aleatório hospital	4,6	33,5	1,8	9,9	0,4	2,8	3,6	7,2	8,0	-
g2	Tipo enfarte, com efeito aleatório hospital	4,8	34,8	1,8	10,3	0,4	3,0	2,4	4,9	7,8	-
g0	Sem covariáveis, com efeito aleatório hospital	4,6	33,5	1,7	9,9	0,4	2,8	3,6	7,1	7,9	-
m0	Sem covariáveis e sem efeito aleatório hospital	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Efeito aleatório hospital inicial		4,6	33,5	1,7	9,9	0,4	2,8	7,1	7,1		
Efeito aleatório hospital final		2,9	4,8	1,4	5,4	0,4	2,4	4,3	4,3		
Desvio padrão		0,1678		0,1630		0,1630		(*) CD 0,1656			
								LD 0,1437			

R²_M – McFadden; R²_N - Nagelkerke

(*) CD Curta Duração; LD Longa Duração;

Juntando às comorbilidades os diferentes grupos de variáveis por ordem de percentagem de explicação, percebemos que o modelo final (g12345) explica mais 3,6% que o modelo apenas com as comorbilidades, numa percentagem final de explicação de 27,7% na média das quatro metodologias em análise. Por outro lado, o mesmo modelo sem o efeito hospital (m12345) explica apenas 24,6% da variabilidade.

Na mesma Tabela 4-4, observando os vários resultados das diferentes metodologias, percebemos que é a metodologia Gamma que mais importância atribui ao efeito aleatório hospital final, 5,4% (0,1630 de desvio padrão). De referir que, dos quatro modelos, esta metodologia é também a que apresenta maior explicação da variabilidade com um total de 38% no modelo com todos os grupos de variáveis (g12345). A Poisson, por ser uma variável aleatória discreta, tem a massa de probabilidade acumulada nos inteiros e por isso aparece com valores de verosimilhança muito superiores aos modelos construídos sob o pressuposto contínuo mas isso não significa que seja um modelo melhor.

Por estas razões, para a análise mais aprofundada destes resultados, escolheu-se o modelo Gamma, apresentando-se na Tabela 4-5 os coeficientes das variáveis. Ao analisar estes coeficientes variável a variável percebe-se para além do peso das comorbilidades na DI, o efeito dos procedimentos, em particular os procedimentos cirúrgicos e a angioplastia com fibrinólise. De realçar o efeito protetor da angioplastia primária na DI face aos restantes procedimentos e alguma significância de um hospital com “via verde coronária” como tendo melhores resultados neste indicador.

Tabela 4-5 - Coeficientes das variáveis por grupo na DI – modelo Gamma

Grupo de variáveis	Coeficientes	DP	p-value	
Demográficas				
Idade	0,007	0,000	0,000	***
Sexo (fem)	0,026	0,008	0,001	**
Tipo de EAM				
STEMI anterior	-0,010	0,024	0,682	
STEMI outro	-0,069	0,024	0,004	**
NSTEMI	-0,135	0,023	0,000	***
Procedimentos				
Angioplastia sem fibrinólise	0,199	0,012	0,000	***
Fibrinólise sem angioplastia	0,181	0,047	0,000	***
Angioplastia com fibrinólise	0,287	0,058	0,000	***
Procedimentos não cirúrgicos	0,114	0,011	0,000	***
Procedimentos cirúrgicos	0,596	0,017	0,000	***
Doentes com comorbilidades				
Anemia	0,266	0,008	0,000	***
Cancro	0,177	0,016	0,000	***
Choque	0,804	0,012	0,000	***
Diabetes com complicações	0,178	0,025	0,000	***
Diabetes sem complicações	0,089	0,034	0,000	***
Disritmia cardíaca	0,183	0,016	0,000	***

Grupo de variáveis	Coeficientes	DP	p-value	
Doença cerebrovascular	0,309	0,014	0,000	***
Doença Isquémica do coração	0,055	0,014	0,000	***
Doença renal aguda	0,183	0,018	0,000	***
Doença renal crónica	0,010	0,018	0,536	
Edema pulmonar	0,299	0,009	0,000	***
Infecções respiratórias	0,520	0,016	0,000	***
Insuficiência cardíaca congestiva	0,235	0,014	0,000	***
Características dos hospitais				
Hospital com "via verde coronária"	-0,159	0,090	0,078	.
Volume Hospital	0,000	0,000	0,673	

^{a)} DP Desvio padrão

Nota: Grupos de referência: Tipo EAM – Inespecífico;

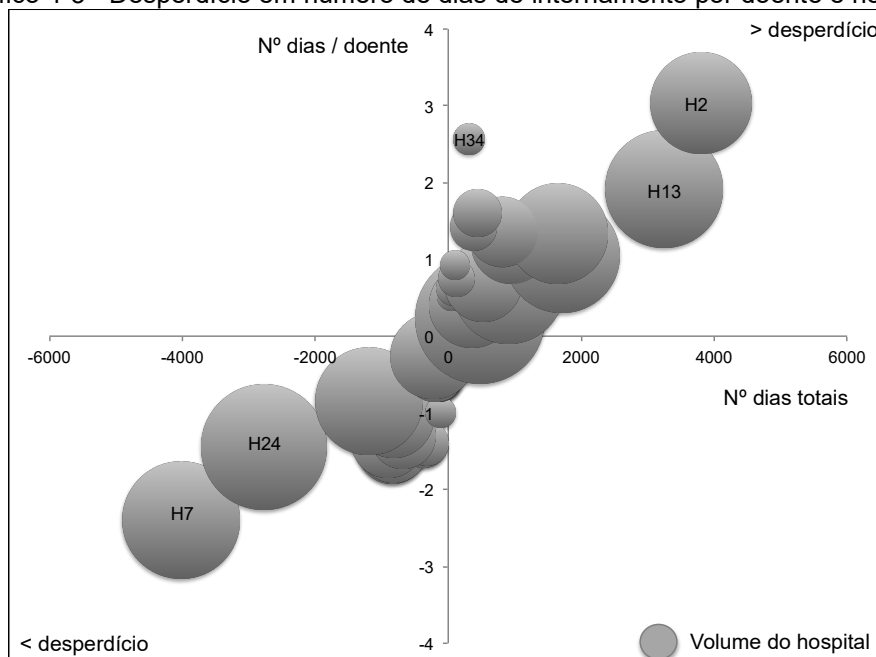
Procedimentos – Angioplastia primária; Comorbilidades – não presente (0);

Hospital com "via verde coronária" – não presente (0)

Partindo da percentagem do efeito aleatório hospital resultante do modelo Gamma calculou-se o total do desperdício em dias de internamento de 2392 no conjunto dos hospitais em análise e uma variação em dias entre -2,4 (melhor hospital) e 3 (hospital com mais desperdício). O Gráfico 4-3 apresenta o desperdício em número de dias de internamento por doente e por hospital, representando o tamanho do círculo o volume de episódios do hospital (ver também Anexo C).

Assim os hospitais que se posicionam no quadrante inferior esquerdo não têm desperdício face à média enquanto que os hospitais que se posicionam no quadrante superior direito são os que apresentam desperdício.

Gráfico 4-3 - Desperdício em número de dias de internamento por doente e hospital



É possível perceber por este gráfico que o volume do hospital potencia o desperdício mas não é um fator condicionante desse desperdício (conforme Tabela 4-5 não é

sequer significativo na análise). Analisando este efeito com maior detalhe, o hospital 34 tem um desperdício em DI por doente dos mais elevados (2,6 dias) mas em termos de total é muito menor que, por exemplo, o hospital 13 que tem 1,9 dias desperdiçados por doente. Destacam-se os hospitais com menor desperdício o 7 e o 24 e com maior desperdício total o 2 e o 13. De facto, em ambos os extremos se encontram hospitais que tratam grande volume de doentes e, conforme podemos observar no Gráfico 4-1, com exceção do hospital 34 todos têm “via verde coronária”, o que poderá indicar variabilidade de práticas.

4.2.2. Diferenças na mortalidade

A avaliação da explicação de cada conjunto de variáveis na diferença na mortalidade entre hospitais, encontra-se na Tabela 4-6. Esta tabela apresenta por grupo de variáveis, com e sem efeito aleatório por hospital, os resultados da avaliação tanto do modelo como da variabilidade entre os hospitais na mortalidade através da análise do **Pseudo-R²**.

É apresentada também a variação do grupo de variáveis face ao modelo que apresentou individualmente o maior poder explicativo (g4 - comorbilidades). A tabela encontra-se ordenada por ordem descendente de explicação da variabilidade.

O efeito aleatório dos hospitais, sem controlo das covariáveis e com o efeito das covariáveis a controlar a resposta, está presente nas últimas linhas do quadro onde se pode ver a variabilidade atribuída aos hospitais e respectivo desvio padrão.

Analisando os resultados das diferenças na mortalidade na Tabela 4-6 observa-se, tal como na DI, que o efeito explicativo principal está no grupo das comorbilidades associadas aos doentes (g4) (explica 23,2% (R^2_M) da variabilidade inicial no modelo logístico com efeitos mistos). Segue-se o grupo dos fatores demográficos (g1) (7,8%), os procedimentos (g3) (6,6%) e o tipo de enfarte (g2) (2,8%).

Quanto às características dos hospitais é de lembrar que nem o volume dos hospitais nem a função ensino foram significativas para entrar na análise múltipla e por essa razão não figurarem nestes resultados.

Juntando às comorbilidades, por níveis, os diferentes grupos de variáveis por ordem de percentagem de explicação, percebemos que o modelo final (g1234) explica mais 6,6% que o modelo apenas com as comorbilidades, numa percentagem final de explicação de 29,8%. Por outro lado, o modelo sem o efeito hospital (m1234) explica 28,2% da variabilidade.

Observando o efeito aleatório hospital final percebemos que o efeito hospital final é de 1,7% com um desvio padrão de 0,359.

Tabela 4-6 - Resumo da variabilidade por modelos estatísticos e grupos de variáveis em %

Grupo de variáveis		Mortalidade		
		Reg logística		Variação face às comorb. (g4)
		R ² _M	R ² _N	
g1234	Demográficas, tipo de enfarte, procedimentos, comorbilidades, com efeito aleatório hospital	29,8	17,1	6,6%
m1234	Demográficas, tipo de enfarte, procedimentos, comorbilidades, sem efeito aleatório hospital	28,2	16,2	5%
g134	Demográficas, procedimentos e comorbilidades, com efeito aleatório hospital	27,7	16,0	4,5%
g14	Demográficas e comorbilidades, com efeito aleatório hospital	26,3	15,2	3,1%
g4	Comorbilidades, com efeito aleatório hospital	23,2	13,6	23,2%
g1	Demográficas, com efeito aleatório hospital	7,8	4,8	-
g3	Procedimentos, com efeito aleatório hospital	6,6	4,0	-
g2	Tipo enfarte, com efeito aleatório hospital	2,8	1,7	-
g0	Sem covariáveis, com efeito aleatório hospital	0,6	0,4	-
g5	Características dos hospitais, com efeito aleatório hospital	-	-	-
m0	Sem covariáveis e sem efeito aleatório hospital	0,0	0,0	-
Efeito aleatório hospital inicial		0,6	0,4	
Efeito aleatório hospital final		1,7	0,9	
Devio padrão		0,359		

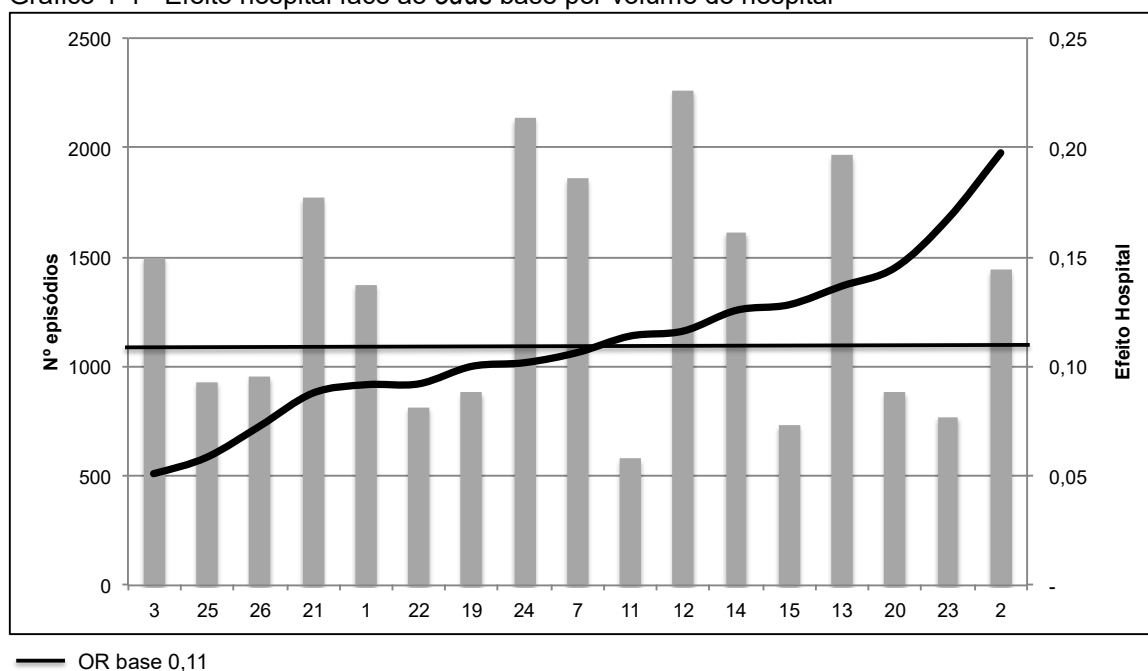
R²_M – McFadden; R²_N - Nagelkerke

Partindo então da percentagem do efeito aleatório hospital resultante do modelo de regressão logística analisou-se este efeito por hospital conforme Gráfico 4-4 e Anexo D.

Para um *odds* inicial de base 0,11 no conjunto da base de dados (número de falecidos sobre a dimensão da base de dados ou média das estimativas de probabilidade de morte sobre probabilidade de sobrevivência) verificamos, com base na estimativa do coeficiente associado ao efeito aleatório, que esse *odds* sobe para 0,20 no hospital 2. O risco de morte sobe de 11 para 20 por cento neste hospital, a partir do modelo de efeitos mistos, controlados todos os efeitos fixos disponíveis.

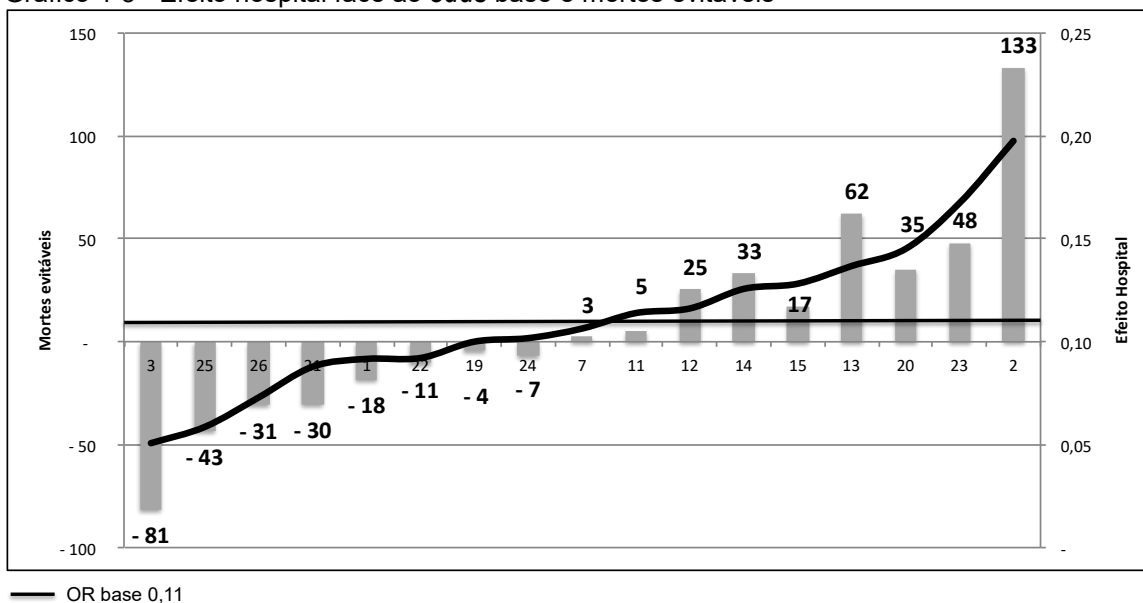
Tal como no modelo sobre a DI, quando se pensa em termos individuais, este efeito aleatório associado a determinado hospital tem um efeito multiplicativo sobre o *odds* de morte de cada indivíduo tratado nesse hospital, tal que quanto maior a gravidade do doente, maior a importância do coeficiente associado ao hospital. Calculando o risco de morrer (OR) entre o pior e o melhor hospital, um doente que entre no hospital 2 tem 3,5 maior risco de morrer face a um doente que entre no hospital 3.

Gráfico 4-4 - Efeito hospital face ao *odds* base por volume do hospital



Se avaliarmos com base neste efeito o número de mortes evitáveis, conforme Gráfico 4-5, observamos que no hospital 2, 133 mortes excederam o que seria expectável relativamente à média. No total destes hospitais poderiam ter sido evitadas teoricamente 137 mortes. Tal como na DI este resultado é relevante, indicando também problemas na variabilidade de práticas no tratamento do EAM.

Gráfico 4-5 - Efeito hospital face ao odds base e mortes evitáveis



É também interessante perceber no conjunto de cada grupo de variáveis o seu comportamento explicativo destes resultados. Assim, analisando a Tabela 4-7 podemos destacar o seguinte:

- O sexo feminino contribui para uma menor mortalidade face ao sexo masculino;
- Face ao procedimento de angioplastia primária, todos os outros procedimentos, com exceção da angioplastia sem fibrinólise, contribuem para uma maior mortalidade, destacando-se o procedimento de fibrinólise sem angioplastia. Doentes que façam este procedimento têm 5,9 vezes maior risco de falecer do que doentes que façam angioplastia;
- Doentes que se apresentem ou desenvolvam choque durante o internamento apresentam um risco 33,8 vezes maior de morte.

Tabela 4-7 – Peso das variáveis por grupo na mortalidade

Grupo de variáveis	OR ^(a)	IC 95%	p-value
Demográficas			
Idade	1,05	1-1,1	0,000 ***
Sexo (fem)	0,87	0,8-1	0,019 *
Tipo EAM			
STEMI anterior	0,70	0,5-0,9	0,008 **
STEMI outro	0,55	0,4-0,7	0,000 ***
NSTEMI	0,24	0,2-0,3	0,000 ***
Procedimentos			
Angioplastia sem fibrinólise	0,79	0,6-1	0,069 .
Fibrinólise sem angioplastia	5,87	3,2-10,9	0,000 ***
Angioplastia com fibrinólise	1,28	0,5-3,3	0,608
Procedimentos não cirúrgicos	3,04	2,6-3,6	0,000 ***
Procedimentos cirúrgicos	2,79	2,2-3,5	0,000 ***

Grupo de variáveis	OR ^(a)	IC 95%	p-value
Doentes com comorbilidades			
Anemia	0,74	0,6-0,9	0,000 ***
Cancro	1,56	1,2-2	0,001 ***
Choque	33,78	28,2-40,4	0,000 ***
Diabetes com complicações	1,21	1-1,5	0,085 .
Disritmia cardíaca	1,32	1,1-1,6	0,003 **
Doença cerebrovascular	1,77	1,5-2,1	0,000 ***
Doença Isquémica do coração	0,49	0,4-0,6	0,000 ***
Doença renal aguda	1,45	1,2-1,7	0,000 ***
Doença renal crónica	0,81	0,7-1	0,030 *
Edema pulmonar	1,86	1,6-2,2	0,000 ***
Infeções respiratórias	1,39	1,2-1,6	0,000 ***
Insuficiência cardíaca congestiva	1,13	1-1,3	0,138

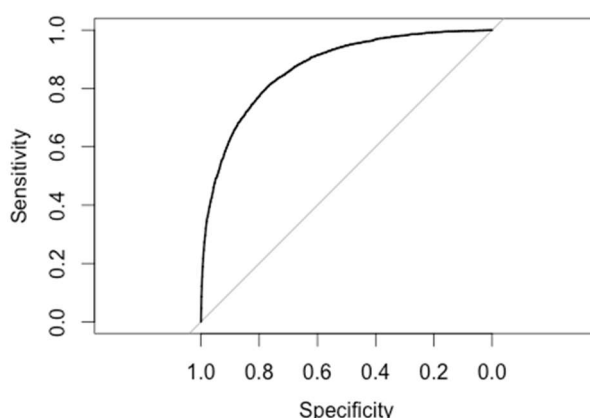
^(a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de confiança

Nota: Grupos de referência: Tipo EAM – Inespecífico;

Procedimentos – Angioplastia primária; Comorbilidades – não presente (0)

O conjunto de fatores explicativos do risco de morte encontrado apresentou uma excelente capacidade discriminatória (área sob a curva ROC: 0,871) (Gráfico 4-6) e também uma excelente calibração com um teste de Hosmer & Lemeshow de p-value 0,992.

Gráfico 4-6 – Estudo das diferenças na mortalidade - Área sob a curva ROC: falecido



4.2.3. Resumo de resultados

O estudo das diferenças na duração de internamento e na mortalidade no EAM ao nível do hospital permitiu concluir que:

- Existem diferenças tanto na duração de internamento como na mortalidade entre os diferentes hospitais analisados;
- As principais características que explicam as diferenças são as comorbilidades, sendo o choque a variável com maior impacto, seguido dos procedimentos na DI e das variáveis demográficas na mortalidade;

- De realçar o efeito protetor da angioplastia primária quer na DI quer na mortalidade face aos restantes procedimentos;
- De ressaltar o efeito protetor de um hospital com “via verde coronária” na DI. Na mortalidade não foram encontradas nas características dos hospitais selecionadas para o estudo (volume do hospital e função ensino) qualquer explicação para estas diferenças.
- Após ajustamento com as características dos doentes e dos hospitais foi encontrado um efeito aleatório do hospital de 5,4% na duração de internamento e de 1,7% na mortalidade.
- Deste efeito aleatório dos hospitais foi encontrado um desperdício no total dos hospitais de 2392 dias de internamento e poderiam ter sido evitadas teoricamente 137 mortes no conjunto dos hospitais analisados na mortalidade (hospitais com “via verde coronária”) o que indica variabilidade de práticas no tratamento e gestão do doente com EAM na DI e na mortalidade.

4.3. Discussão

A discussão será abordada a dois níveis: metodológico e de resultados. No primeiro reflete-se sobre as escolhas na definição da metodologia com impacto potencial sobre os resultados obtidos. O segundo nível incide sobre a comparação dos resultados obtidos das diferenças na duração de internamento e mortalidade no EAM face ao estado da arte.

4.3.1. Discussão metodológica

A discussão metodológica segue a estrutura definida para a metodologia.

1. Fonte de dados

Foi utilizada nesta investigação a base de dados de morbilidade hospitalar. A sua escolha residu no facto de ser única a nível nacional a conter os dados administrativos dos doentes saídos de internamento de todos os hospitais nacionais do SNS do território continental.

No entanto, apesar de ser uma fonte de dados com enorme potencial para investigação, foram detetados alguns problemas levando à exclusão de alguns episódios, caracterizados por:

- Codificação de procedimentos de angioplastia em hospitais sem “via verde coronária” nem laboratório de hemodinâmica;
- Falta de registo de data de cirurgia em alguns episódios.

O problema da qualidade tanto da codificação como dos registos efetuados nos hospitais é um indicador de falta de qualidade dos dados aí residentes, principalmente nalgumas variáveis. Relativamente à codificação, o problema centra-se não só na duplicação de codificação entre hospitais em determinados procedimentos, neste caso de angioplastia, mas também na qualidade interna de codificação em cada hospital. Em particular, chama-se a atenção para a codificação das comorbilidades, se não estiverem codificadas perde-se informação, o que constitui uma limitação a esta investigação, nomeadamente no ajustamento da gravidade do doente, apontado já em

diversos estudos (Lopes, 2010; Costa & Lopes, 2011; Pouw et al., 2013; Kaul et al., 2014).

Outro problema relevante a apontar é o registo do tipo de EAM como inespecífico. De notar que se regista para esta codificação uma maior demora média e uma maior mortalidade observada nos doentes com esta codificação (DM - 8,75; mortalidade – 30,2%).

Estes aspetos, em conjunto nomeadamente com a falha de registo de dados, evidenciam um problema de qualidade dos dados a que as organizações não se encontram imunes e constituem um obstáculo à efetiva utilização dos dados (Oliveira, 2008; Vest et al., 2014).

2. População em estudo

Na população em estudo são abordadas as seguintes questões:

- Seleção do período em estudo;
- Seleção dos doentes com EAM;
- Seleção dos hospitais em estudo.

Seleção do período em estudo

O período do estudo, de 2011 a 2013, teve em conta por um lado a disponibilidade dos dados mais recentes à data e por outro, um número de anos que permitisse a estabilidade dos valores dos hospitais para se poder compará-los.

Refira-se que ocorreram várias fusões em centros hospitalares tendo sido considerados para esta investigação os centros hospitalares criados até 2012 nos três anos em estudo,.

Seleção do EAM

O EAM, para além de ter um forte impacto na morbilidade e na mortalidade, está associado a uma variabilidade elevada tanto na DI como na mortalidade (OECD, 2013; DGS, 2014). A escolha do EAM teve como propósito, por um lado, restringir numa fase inicial o campo de investigação da metodologia a desenvolver, para numa fase posterior poder ser estudada a sua generalização aplicando a metodologia encontrada. É também defendido por diversos autores que os estudos que envolvam

metodologias de ajustamento devem ser direcionadas a doenças específicas com inclusão de variáveis específicas do doente e da própria doença (Graham et al., 2012; Lu et al., 2015) sendo que os resultados não são generalizáveis a outras doenças.

Seleção dos hospitais em estudo

Na seleção dos hospitais em estudo incluíram-se os hospitais pertencentes ao SNS no território continental, devido à disponibilidade dos dados e com um volume de episódios de EAM superior a 30 casos podendo os resultados ser diferentes (Chevreul et al., 2012; Bertomeu et al., 2013). Na mortalidade, excluíram-se os hospitais sem “via verde coronária” porque estes hospitais (sem “via verde”) recebem os doentes que foram tratados em ambulatório nos hospitais com “via verde”, não refletindo o tratamento completo do doente e este facto poderia enviesar os resultados da análise da mortalidade, conforme já referido na metodologia (Kaul et al., 2014).

3. Variáveis em estudo

Seleção dos indicadores de resultados

Foram considerados para o estudo dois indicadores: duração de internamento e mortalidade, enquanto medidas de avaliação do desperdício. Esta avaliação do desperdício foi realizada através da análise da diferença entre os hospitais.

A escolha dos indicadores para estudos de diferenças nos resultados de prestação de cuidados é controversa na literatura, com maior relevo na mortalidade (Chevreul et al., 2012; Girling et al., 2012; Shahian, Iezzoni, Meyer, Kirle, & Normand, 2012; Pouw et al., 2013; Dehmer et al., 2014; Li, 2014; Hogan et al., 2015). É referido por Hogan e outros que a escolha deste indicador para avaliação dos resultados e da qualidade dos cuidados em doenças com elevada mortalidade deve ser ponderada e recomendam o uso de indicadores de qualidade, baseados no processo. De referir que a metodologia utilizada pelos autores não se isenta ela própria de problemas, referidas pelos próprios, nomeadamente o acesso aos dados e o facto de estar dependente de revisores (Hogan et al., 2015).

Li (2014) aponta também como fator decisivo na avaliação de diferenças na qualidade, a escolha de mais do que um indicador.

No entanto, a mortalidade hospitalar continua a ser utilizada como indicador para análise da diferença entre hospitais, como é o caso de um estudo recente de Décano e outros (2015).

Apesar da importância dos indicadores de estrutura e de processo para a avaliação da diferença entre hospitais, os indicadores de resultados utilizados foram considerados os mais apropriados para este estudo por diversas razões, baseadas em Lopes (2010):

- Porque a ocorrência de um determinado resultado é o fim último da prestação de cuidados. No caso da mortalidade, esta pode ser consequência da falha de resultado na prestação de cuidados por omissões, tratamento incorreto e complicações resultantes dos cuidados de saúde (Hogan et al., 2015). Os doentes procuram a melhoria do seu nível de saúde junto dos prestadores de cuidados e o conhecimento deste indicador tem impacto na decisão de escolha do prestador que quer para tratar a sua doença (Décano et al., 2015).
- Os indicadores de resultados permitem descrever a globalidade dos cuidados prestados durante o internamento (Décano et al., 2015).
- Ao concentrar o estudo num período de três anos, a utilização de indicadores de resultados torna as conclusões do estudo mais “resistentes” à passagem do tempo e à evolução tecnológica. Do mesmo modo, os indicadores de processo tenderiam a desatualizar-se face ao estado da arte ou à prática num período mais alargado.
- Para além das razões apontadas e, conforme já referido, os indicadores são ambos importantes medidas de avaliação do desperdício.

Seleção das variáveis explicativas

Na análise das comorbilidades optou-se pela inclusão de todas as comorbilidades escolhidas para o estudo do EAM ao invés de um único indicador agregador. Alguns estudos recorrem ao *Charlson Comorbidity Index* (CCI) para o seu estudo (Häkkinen et al., 2014) não estando porém previstas todas as comorbilidades referidas para o presente estudo. Note-se também que este indicador (CCI) foi desenvolvido e validado inicialmente como ferramenta preditiva de mortalidade (Charlson, Pompei, Ales, & Mackenzie, 1987; Toson, Harvey, & Close, 2015) pelo que a sua aplicação a estudos com consumos de recursos deverá ser validada (Toson et al., 2015). Toson e outros num estudo de aplicação deste indicador ao consumo de recursos, tendo como base de análise a fratura da anca, chegaram à conclusão que esta não deve ser

considerada uma ferramenta válida para aplicação no estudo da demora média nem nas readmissões a 30 dias. Perceberam também que a inclusão nos modelos preditivos das comorbilidades como variáveis individuais tiveram melhor performance que o peso do CCI no modelo, apontando como recomendação a modelação individual destas variáveis (Toson et al., 2015).

Na análise das diferenças entre hospitais não foram consideradas outras variáveis que poderiam ajudar a perceber alguma da variação não explicada. Em particular, as infeções adquiridas no hospital, outras complicações (Hogan et al., 2015; Wang et al., 2013), a gravidade do enfarte (Morris et al., 2014):

- Num estudo de Hauck, Zhao e Jackson sobre eventos adversos, constatou-se que doentes com EAM estavam associados a um aumento significativo de risco de sofrerem um evento adverso quando admitidos pela urgência (Hauck, Zhao, & Jackson, 2012). Num outro estudo de Adler e outros ficou demonstrado que a redução dos eventos adversos está associado à redução da duração de internamento, mortalidade e readmissões (Adler et al., 2015).

Estes eventos adversos poderão ser vistos sob três dimensões (Barnes et al., 2015; Shams et al., 2015):

- i) como complicações que poderão justificar internamentos mais longos,
 - ii) uma duração de internamento curta que pode levar a resultados indesejados, nomeadamente readmissões e
 - iii) uma duração longa que pode também levar a resultados adversos, nomeadamente aquisição de infeções, podendo ser reflexo de ineficiências de gestão, em particular na incapacidade de colocar os doentes em casa ou em instituições de apoio.
- A gravidade do enfarte poderia ser um importante fator se estivesse codificado na base de dados (Morris et al., 2014) o que não se verifica. Em alternativa foi utilizado o tipo de EAM e a sua localização.

Apesar do tempo que o doente leva até ao hospital ter sido considerado, esta variável apresenta limitações. O registo na base de dados é feito pela sede de freguesia de residência do doente e não o local onde estava quando foi hospitalizado. Este dado dá uma indicação da suposta distância em tempo a que o doente se encontra do hospital no momento em que é recolhido, tornando-se por esta razão um dado pouco fiável, em particular para este estudo do EAM (Thang et al., 2015).

4. Análise dos dados

Seleção das técnicas estatísticas utilizadas

Devido à natureza hierárquica dos dados tratados nesta investigação – nível doente e nível hospital - tomou-se em conta essa estrutura na análise já que poderia levar a inferências incorretas caso não o tivesse sido (Austin, Tu, & Alter, 2003). Para tal, teve de recorrer-se a modelos lineares generalizados mistos e a outro tipo de modelos hierárquicos (neste caso apenas para a duração de internamento).

Análise das diferenças

Foram encontrados na literatura alguns estudos com objetivos semelhantes que têm aplicado técnicas similares para análise das diferenças entre hospitais nos indicadores em estudo.

Steyerberg e outros, num estudo em 16 regiões pertencentes a um estudo clínico (8 nos Estados Unidos; 6 na Europa e dois noutras regiões Canada e Austrália/Nova Zelândia, sobre diferenças na mortalidade a 30 dias entre estas regiões, também confirmaram que o ajustamento pelos modelos hierárquicos consegue explicar melhor as variações do que os modelos de efeitos fixos (por exemplo, regressão logística) (Steyerberg et al., 2005).

Aelvoet e outros avaliaram a variação na mortalidade entre hospitais na pneumonia adquirida na comunidade. Recorreram a dados administrativos de 111 hospitais da Bélgica de 2004 a 2007 num total de 111.776 episódios, utilizando para a análise modelos hierárquicos da regressão logística. Apesar de recorrerem apenas a dados administrativos conseguiram estabelecer diferenças inter-hospitalares (Aelvoet et al., 2015).

Hakkinen e outros compararam os custos e a mortalidade hospitalar no enfarte agudo do miocárdio (EAM) e no acidente vascular cerebral (AVC) em cinco países europeus, Finlândia, França, Alemanha, Espanha e Suécia, recorrendo a modelos de efeitos fixos para a sobrevivência e modelo linear para os custos (Häkkinen et al., 2014).

Num estudo de Chevreul, Prigent, Zaleski e Steg foi estudada a variabilidade na mortalidade entre hospitais que tratam o EAM com recurso a uma análise multinível ao

nível do hospital e ao nível do doente permitindo saber a variabilidade associada a cada nível (Chevreul et al., 2012).

Kim e outros também utilizaram modelos de regressão multinível generalizados ajustando por vários fatores a dois níveis, o nível do doente e o nível do hospital, num estudo para avaliação de hospitais especializados em patologia da coluna versus outros hospitais não especializados na Coreia do Sul em quatro indicadores: custos por doente e por dia, duração de internamento, readmissões a 30 dias e mortalidade a 30 dias (Kim et al., 2014).

Estes estudos evidenciam a importância da análise multinível ou hierárquica dos dados com implicação nos resultados na análise das diferenças, devendo ser considerados.

A quantificação do desperdício através das diferenças encontradas associadas ao efeito hospital evidencia as diferenças numa perspetiva entendível por todos (Drye et al., 2012; Häkkinen et al., 2015).

4.3.2. Discussão de resultados

O EAM é uma patologia com grande prevalência nacional e internacional que consome um conjunto elevado de recursos e uma elevada morbilidade e mortalidade (Heidenreich et al., 2011; OECD, 2013; Cohen et al., 2014; DGS, 2014). Esta investigação procurou conhecer o desperdício associado à duração de internamento enquanto *proxy* do consumo de recursos e à mortalidade, avaliando as suas **diferenças** nos doentes com EAM por hospital e avaliando o **impacto das características dos hospitais** nessas diferenças.

Os pontos seguintes fazem uma reflexão aos resultados encontrados no que se refere a:

1. Caracterização da população em estudo;
2. Avaliação das diferenças entre os hospitais;
3. Análise do desperdício.

4.3.2.1. Caracterização da população em estudo

A duração de internamento e a mortalidade hospitalar têm vindo a reduzir-se devido essencialmente à evolução tecnológica no tratamento de doentes com EAM e à sua gestão dentro do episódio hospitalar (OECD, 2013; Portugal. Ministério da Saúde. DGS, 2014; Greco et al., 2015). Nesta investigação confirmou-se nos três anos uma pequena redução na duração de internamento de 8 dias em 2011 para 7,9 dias em 2013. Na mortalidade foi verificada uma ligeira descida de 10,8% em 2011 para 10,3% em 2013, com um aumento em 2012 para 11%. Estes dados encontram-se em linha com os dados da DGS (Portugal. Ministério da Saúde. DGS, 2014) que, embora não sejam iguais - o universo dos hospitais analisados não é o mesmo (a DGS inclui todos os hospitais) - as tendências são semelhantes, inclusive o aumento da mortalidade em 2012 (8,9% de acordo com o relatório da DGS acima referido).

Quanto às características da população em estudo, a prevalência do EAM nos hospitais portugueses está associada a:

- Doentes do sexo masculino mas com maior mortalidade e maior demora média do sexo feminino. Estes resultados encontram-se em linha com a literatura que aponta neste sentido (Gupta et al., 2014; Wang et al., 2015), embora a tendência

seja a melhoria dos indicadores para a mortalidade e demora média no sexo feminino (Gupta et al., 2014).

- Doentes com um tipo de EAM NSTEMI apresentando:
 - Menor mortalidade que o STEMI, corroborada pelos estudos de Redfors e outros (2015) e Kook e outros (2014);
 - Maior demora média que os doentes com STEMI.
 - Uma tendência de aumento face a um decréscimo encontrado no número de doentes com STEMI nos três anos em estudo, em linha com a literatura (Kook et al., 2014; Greco et al., 2015).

Na literatura, a maior prevalência de EAM é encontrada tanto em doentes com NSTEMI como com STEMI, diferindo consoante os países estudados:

- Destaca-se o estudo de Wang e outros que encontraram nos hospitais do Canadá uma maior prevalência no NSTEMI e o estudo de Kook e outros que registaram a partir de 2012 uma inversão na prevalência para os doentes com NSTEMI nos hospitais na Coreia (Kook et al., 2014; Wang et al., 2015).
 - Por outro lado os estudos de Greco e outros, em hospitais italianos e de Redfors e outros em hospitais da Suécia, registaram uma maior prevalência dos doentes com STEMI (Greco et al., 2015; Redfors et al., 2015).
-
- Um maior número de comorbilidades de doença isquémica do coração e diabetes sem complicações, com maior prevalência de mortalidade em doentes em choque e maior demora média em doentes com infeções respiratórias. As comorbilidades diferem, quanto à sua maior prevalência na literatura, consoante os países em estudo e as comorbilidades estudadas. No entanto existe uma consonância para a presença da diabetes como uma das mais prevalentes em doentes com EAM (Gupta et al., 2014; Kook et al., 2014; Wang et al., 2015).

4.3.2.2. Avaliação das diferenças entre os hospitais

Avaliando as diferenças entre os hospitais na duração de internamento e mortalidade e com base no grupo de variáveis disponíveis, verificou-se que:

- Existem diferenças entre os hospitais analisados tendo sido explicada, pelo grupo de variáveis selecionadas para o estudo, 38% dessas diferenças na duração de internamento e 29,8% na mortalidade;
- A maior parte dessas diferenças é explicada pelas comorbilidades associadas ao doente, sendo este o principal fator condicionante na duração de internamento (24,1%) e na mortalidade (23,2%) com especial relevância para o choque.

Thiele e outros (2015) apontam, no seu trabalho de revisão sobre gestão do choque cardiogénico, a possibilidade de redução da mortalidade de 80% para entre 40 a 50%, fazendo uma gestão mais circunstanciada das técnicas atualmente existentes para o seu tratamento. Face à evolução desfavorável desta comorbilidade associada ao EAM, é necessário identificar quais os doentes com maior risco de desenvolvimento de choque, já que é relevante para o risco de morte tanto na admissão como no desenvolvimento durante o internamento, podendo este ser um futuro caminho de investigação.

- Dessas diferenças é atribuído ao efeito hospital 5,4% na duração de internamento e 1,7% na mortalidade. Num estudo de Bertomeu e outros (2013) atribuíram ao efeito hospital na mortalidade cerca de 3%. Este resultado é revelador da existência de variabilidade de práticas, sendo este um ponto que interessa refletir no que respeita às condições hospitalares, tomando-se este resultado como base de avaliação do desperdício por hospital.
- A discriminação obtida no modelo da mortalidade apresenta excelentes resultados (87%), superior a outros estudos (Bottle, Sanders, Mozid, & Aylin, 2012; Colais et al., 2014; Décano et al., 2015), apesar de usar apenas dados administrativos, o que se pode dever à estratégia de desenvolvimento da investigação através da aplicação de modelos hierárquicos (Décano et al., 2015) e da escolha das variáveis em estudo, nomeadamente a diferenciação dos procedimentos (Bertomeu et al., 2013).

Quanto às **diferenças entre os hospitais**, encontram-se na literatura diversos estudos que também indicam diferenças nos hospitais nos indicadores estudados:

- Numa análise da variação da duração de internamento intra e inter hospitalar em hospitais dos Estados Unidos, 59% da variação ficou por explicar. Dentro da variação explicada (41%), 76,63% foi justificada pelas variáveis explicativas, sendo a parcela não explicada considerada ineficiência (Walsh et al., 2014).

- Num estudo de Chevreul, Prigent, Zaleski e Steg foi estudada a variabilidade na mortalidade entre hospitais que tratam o EAM presentes no *star ranking* Le Point em França (que distingue os melhores hospitais) versus os hospitais que não estão no *ranking* e que tratam o EAM com o objetivo de aferir a robustez deste escalonamento em duas formas: uma utilizando os mesmos fatores de ajustamento do *ranking* e outra utilizando outros fatores. No segundo caso, foram encontradas diferenças entre os hospitais com uma variabilidade não explicada na mortalidade de 10% ao nível do hospital. Após ajustamento por idade, sexo e comorbilidades a diferença na mortalidade entre hospitais foi reduzida (Chevreul et al., 2012).

Quanto à **explicação das diferenças**, e conforme já referido, as comorbilidades são as que melhor as explicam, em linha com outros estudos no consumo de recursos (Cohen et al., 2014; Häkkinen et al., 2014, 2015). É de destacar o choque como a comorbilidade que mais contribui para a mortalidade (Redfors et al., 2015).

O grupo das variáveis de procedimentos e das variáveis demográficas foram os grupos que, a seguir às comorbilidades, mais explicaram tanto a duração de internamento como a mortalidade. De referir que o facto de um doente efetuar angioplastia primária ou angioplastia sem fibrinólise é um fator protetor da mortalidade, em linha com outros estudos que obtiveram resultados semelhantes (Chevreul et al., 2012; Bertomeu et al., 2013; Greco et al., 2015). Teria sido interessante perceber como os hospitais com pior *performance* na mortalidade estariam a responder a este indicador, nomeadamente perceber se têm ou não equipas a funcionar a 100% que possam responder em tempo útil. Também é referido na literatura que doentes que façam angioplastia têm uma melhor sobrevivência pós alta (Sadowski et al., 2013).

Ao contrário do que a maioria dos estudos refere, não foram encontrados piores resultados para o sexo feminino (Zhang et al., 2012; Sadowski et al., 2013). De facto, na mortalidade este grupo apresenta um risco inferior ao sexo masculino, constatando-se também que as mulheres permanecem mais tempo internadas.

4.3.2.3. Análise do desperdício

Foi avaliado o **desperdício na duração de internamento**, no conjunto dos hospitais analisados, em 2392 dias para o tratamento de doentes com EAM e uma variação de

dias por doente entre -2,4 e 3 dias. Interessante observar que tanto os melhores hospitais como os que apresentam maior desperdício têm “via verde coronária” e têm um volume grande de doentes tratados, com exceção do H34, de pequena dimensão e sem “via verde coronária”.

Procedeu-se em seguida à estimativa do custo associado ao desperdício em dias de internamento, seguindo duas abordagens distintas:

1. Hakkinen e outros (2015) apuraram um custo diário para doentes de EAM com e sem procedimentos de intervenção com base em cinco hospitais europeus (Finlândia, Hungria, Itália, Noruega e Suécia) de 633€ por dia sem procedimentos e de 654,63€ por dia com procedimentos.

Considerando que 44,1% dos doentes em estudo fizeram procedimentos de intervenção (angioplastia – ver Tabela 4-3) e aplicando esta percentagem aos dias desperdiçados no conjunto dos hospitais analisados (total = 2392 dias), atribuiu-se o custo de 654,63€ por dia a 1055 dias, num total de 690.635€. Aos restantes 1337 dias atribuiu-se o custo de 633€ por dia num total de 846.321€.

Avaliou-se desta forma o custo do desperdício dos 2392 dias em 1.536.956€.

2. Cohen e outros (2014) apuraram um custo diário, para doentes de EAM com 65 anos ou mais, nos hospitais do Canadá de 1612€ (considerando uma taxa de câmbio de 0,9166 à data de 2 de fevereiro de 2016 ao valor de 1759\$ constante do artigo de Cohen e outros).

Considerando que 60,5% dos doentes na população em estudo têm 65 anos ou mais, foi aplicada esta percentagem aos dias desperdiçados, atribuindo-se o custo de 1612€ por dia a 1447 dias, num total de 2.332.564€.

Esta avaliação coloca o valor estimado do desperdício na duração de internamento de doentes com EAM nos 37 hospitais analisados ao longo de três anos entre 1.5M€ e 2.3M€.

Quanto às **mortes evitáveis**, foram estimadas 137 no conjunto dos hospitais com “via verde coronária” para os três anos em estudo com uma variação no *odds* de morte nos hospitais entre 0,05 e 0,20 aproximadamente. Um doente que entre no hospital 2 tem 3,5 vezes maior risco de morrer que o doente que entrou no hospital 3. Foi também

encontrada por Drye e outros uma variação na mortalidade hospitalar ajustada entre hospitais. Os autores encontraram um OR de 1,66 entre os hospitais abaixo e acima da média (Drye et al., 2012). Também se encontrou no estudo de Hakkinen e outros (2015) no estudo da mortalidade a 30 dias encontraram também variabilidade entre hospitais dos diversos países estudados de 30 pontos percentuais.

Implicações dos resultados encontrados

Relativamente à gestão interna do doente e da sua alta, constatamos neste trabalho que as diferenças entre hospitais existem e indicam variabilidade de práticas. Parte deste desperdício deve ser controlado por cada um dos hospitais através do melhor conhecimento do doente e de melhor gestão de internamento do doente (Hammond, Phillips, et al., 2009; Hammond, Pinnington, et al., 2009). Seria interessante perceber as práticas internas do hospital 3, uma vez que se trata do que obtém o melhor resultado ao nível da mortalidade e que apresenta também bons resultados ao nível da duração de internamento, para poder aprender com elas e aplicá-las transversalmente (Häkkinen et al., 2014; Suter et al., 2014).

Com base nestes resultados podem-se retirar implicações a diversos níveis.

Ao nível do sistema de saúde e dos hospitais

Face às actuais *guidelines* no tratamento desta doença, percebe-se pelos resultados que o referencial de duração de internamento até três dias para os casos de baixo risco não estará a ser cumprido em muitos hospitais e na mortalidade existem diferenças significativas. Conforme avaliado, as características dos hospitais estudados explicam muito pouco das diferenças encontradas, pelo que estas ineficiências podem ser atribuídas à organização interna dos hospitais e à forma como gerem o processo de estadia do doente, o seu tratamento e a sua alta (Barnes et al., 2015).

Kontos e outros encontraram uma associação entre a *performance* dos processos no tratamento dos doentes no EAM e a mortalidade hospitalar suportando a necessidade de avaliação de indicadores complementares à mortalidade, mas indicando que pode ser um fator diferenciador entre hospitais, pelo que deve ser dado mais atenção ao processo e à qualidade de cuidados (Kontos et al., 2014).

Surge então a questão se as *guidelines* de tratamento do EAM estão a ser cumpridas. Existem algumas evidências da negativa pela variabilidade encontrada entre os

hospitais. Num estudo de Carapeto (2012) foi avaliado o tempo que demora entre a admissão do doente na urgência e o restabelecimento do fluxo coronário por angioplastia primária num hospital do SNS em 2011. Chegou à conclusão que este tempo teve uma mediana de 105 minutos (Carapeto, 2012) sendo o tempo indicado de tratamento <90 minutos (Steg et al., 2012). Este facto pode ser um indicador do que está menos bem em alguns hospitais e, neste caso em particular, nos que têm “via verde coronária”. Esta situação reflete-se obviamente em piores resultados de DI e de mortalidade face a outros hospitais que têm uma melhor gestão neste domínio.

Como deverá então ser monitorizada a gestão no caso particular do EAM? Dado o elevado montante de recursos necessários, o sistema de saúde tem de se organizar no sentido de criar um sistema de informação eficiente que permita monitorizar a gestão deste evento. Um exemplo bem conseguido de boas práticas neste domínio foi implementado na Suécia que possui um sistema *on-line* de registo e de monitorização de resultados destes doentes (Taylor, 2009; Jernberg et al., 2010). A responsabilização dos hospitais no cumprimento e na gestão de normas implementadas é essencial para se conseguir reduzir o desperdício e manter ou melhorar, como é este o caso, a qualidade dos cuidados. Deverão pois ser implementadas regras para um atendimento rápido e eficaz do doente pela equipa médica preparada para responder a estes eventos, as quais têm de ser quantificadas e registadas para poderem ser monitorizadas.

Ao nível da integração de cuidados

É defendido num trabalho recente do *King's Fund* que os hospitais têm de ter um papel de líderes no desenvolvimento de modelos de integração de cuidados, o que envolverá maior responsabilidade na prevenção e saúde pública por parte dos hospitais, devendo o *focus* estar naquilo que maior impacto tem na experiência do doente e nos resultados, nomeadamente ao nível clínico e serviço prestado (Naylor, Alderwick, & Honeyman, 2015). É referido também por estes autores que a melhoria da eficiência hospitalar consegue chegar apenas a uma parte do problema e que a restante deverá ser conseguida através de sistemas inovadores de integração de cuidados. A eficiência dos processos de admissão e alta dos doentes é um exemplo que poderá ter impacto também ao nível de outros resultados de qualidade, nomeadamente complicações e readmissões.

Também Cohen e outros (2014) reforçam a ideia da integração de cuidados e em particular no EAM. Devido ao elevado custo do tratamento destes doentes e impacto económico substancial no episódio de tratamento agudo, o EAM deve ser visto sob a perspetiva do sistema de saúde, acompanhando o risco dos doentes a partir da sua prevenção, tendo em conta os custos das diversas fases de *continuum* de cuidados, opinião corroborada por Greco e outros (2015).

Assume particular relevo a gestão da alta e do acompanhamento do doente pós-alta. Várias questões se colocam neste domínio: existe capacidade dos hospitais assumir a responsabilidade pelo acompanhamento do doente pós-alta? E como envolver os cuidados de saúde primários nesta responsabilização? Na norma 14/2011 da Direcção-Geral de Saúde sobre “utilização e seleção de antiagregantes plaquetários em doenças cardiovasculares” estão definidas responsabilidades partilhadas entre DGS, hospitais e cuidados de saúde primários no seguimento do doente, sendo inclusivé definida a forma de avaliação da norma com vários indicadores, por exemplo, “% de doentes com síndrome coronária aguda ou enfarte agudo do miocárdio que realiza antiagregação dupla (clopidogrel + ácido acetilsalicílico) durante o primeiro ano após o evento” (Portugal. Ministério da Saúde. DGS, 2013). Estão estas normas a ser seguidas, cumpridas e avaliadas?

Outra questão direcciona para a problemática das questões sociais e dos idosos. A incidência nos doentes entre os 65 e 74 anos é 10 vezes maior em comparação com os doentes entre os 35 e 44 anos de idade (Cohen et al., 2014). Neste estudo, 60,5% dos doentes têm 65 anos ou mais e a idade tem um peso significativo na explicação das diferenças tanto na DI como na mortalidade. Estima-se que, para a doença coronária, onde se inclui o EAM, a incidência em 2030 aumente 16,6% (Heidenreich et al., 2011). Estes aspetos conduzem-nos a outras perspetivas neste domínio. Quem deve ter a responsabilidade sobre o acompanhamento destes doentes? Segundo o *King's Fund* deverão ser os hospitais, mas com que abrangência? Numa perspetiva de saúde pública é necessário refletir e encontrar dentro do sistema de saúde resposta a estes problemas.

É por isso defendido por Hakkinen e outros (2014) que seja efetuada investigação mais detalhada com acesso a dados mais concretos sobre os doentes, nomeadamente clínicos, de modo a gerar melhor conhecimento neste domínio. Por outro lado, o IHI, já referido no enquadramento deste trabalho como um importante contribuidor para a redução do desperdício através de metodologias inovadoras,

desenvolveu um método de gestão da procura em tempo real. Este processo envolve quatro etapas que se centram numa mudança de cultura na forma como os profissionais dedicam o seu tempo no início do dia de trabalho para coordenar e focar a atenção no fluxo do doente (Resar et al., 2011; Barnes et al., 2015):

1. Previsão da capacidade;
2. Previsão da procura;
3. Desenvolvimento de um plano;
4. Avaliação do plano.

Neste sentido, o capítulo seguinte irá estudar cada doente individualmente percebendo quais os fatores que podem prever os resultados na duração de internamento e na mortalidade, tendo em vista a melhoria do planeamento dos recursos humanos, das políticas de gestão de camas e a redução na variabilidade do processo de cuidados (Wohns et al., 2014; Barnes et al., 2015).

4.3.2.4. Perspetivas futuras

Este estudo apresenta uma série de oportunidades de desenvolvimento futuro de projetos relacionados com o EAM e não só. A metodologia seguida para análise do desperdício permitiu abrir o conhecimento nesta área de avaliação. Assim propõe-se:

- Evoluir para um sistema de avaliação do desperdício que abranja outras áreas de doença que tenham um misto de custos, morbilidade e mortalidade elevadas;
- Desenvolver um case study das práticas internas do hospital 3, que nos traz o melhor resultado ao nível da mortalidade e que apresenta também bons resultados ao nível da duração de internamento para poder aprender com elas e aplicá-las transversalmente, permitindo a criação de critérios de avaliação destas unidades;
- Com base na anterior, desenvolver uma metodologia de avaliação aos processos internos dos hospitais com pior performance;
- Desenvolver um estudo do EAM na perspetiva do sistema de saúde, onde numa abordagem à prevenção se procurem encontrar modelos de doentes em maior risco de desenvolver EAM com base nos registos clínicos dos centros de saúde, por exemplo. Numa outra vertente, acompanhar o doente pós episódio de EAM prevendo o risco futuro do doente, permitindo uma gestão mais adequada da sua alta. Poderiam assim ser desenvolvidas estratégias distintas para doentes

de baixo ou de alto risco permitindo a melhor alocação de recursos com base nas necessidades do doente (Greco et al., 2015).

- Identificar quais os doentes com maior risco de desenvolvimento de choque dentro do episódio de internamento.

Capítulo 5 - FATORES PREDITIVOS DE RESULTADOS DE DURAÇÃO DE INTERNAMENTO E DE MORTALIDADE DO EAM NO MOMENTO DA ADMISSÃO

Este capítulo foca o estudo dos fatores preditivos da duração de internamento e o estudo da mortalidade do EAM no momento da admissão. Para tal, apresenta-se a metodologia de investigação explicitando os dados a que recorre, a população estudada, quais as variáveis em que se suporta e a respetiva análise de dados.

A seguir são apresentados os resultados para a duração de internamento e para a mortalidade e a discussão tanto metodológica como de resultados. Esta última é efetuada numa primeira fase para cada um dos estudos e no final é apresentada uma discussão conjunta para os diferentes resultados encontrados nos dois estudos. Neste seguimento é apresentado um resumo e perspetivas futuras de evolução deste trabalho.

5.1. Metodologia

5.1.1. Fontes de dados

Para o estudo dos fatores preditivos utilizaram-se dois tipos de dados:

- Dados laboratoriais: contendo os resultados de análises clínicas de cada doente.
- Dados administrativos: dados demográficos, alta vivo ou falecido, duração do internamento, diagnósticos e procedimentos (codificados pela ICD-9-CM) de cada doente.

A realização do estudo e a disponibilização das duas fontes foram aprovados pelo Conselho de Administração do Centro Hospitalar de Setúbal e tiveram parecer positivo da respetiva Comissão de Ética e da Comissão Nacional de Proteção de Dados (Anexo E).

As duas fontes foram agregadas para criação de uma **base de dados conjunta** que constituiu a base de trabalho. Para esse efeito, foi necessário efetuar um conjunto de ações, nomeadamente:

- Limpeza da base de dados laboratorial - Na base de dados inicial, cada registo correspondia ao resultado de uma análise clínica, encontrando-se 1.050.769 registos em 2010 e 1.077.005 em 2011.
- Destes registos foram considerados os resultados com identificação do doente que continham valores. Foram excluídos os testes à urina devido à pouca qualidade dos dados e excluída, sempre que se repetiam resultados da mesma análise, uma das unidades de medida.
- Preparação da base de dados laboratorial para investigação – onde se definiram os seguintes critérios:
 - Identificação do momento de realização da análise (primeiro resultado ou seguinte) - Para a construção desta variável contou-se com o número de episódio, a referência da análise, a data e a hora da análise. A criação desta variável teve como objetivo distinguir as análises realizadas aquando da admissão, independentemente se o doente havia sido admitido pela urgência ou de forma programada, para poder tratar esta informação de forma isolada dos restantes resultados do internamento.
 - Divisão da base de dados em resultados de rotina e de urgência - Foram encontradas diferenças de valores de referência em algumas análises, devido à existência de diferentes laboratórios e reconhecidas algumas diferenças de calibração entre equipamentos. Por esta razão foram utilizadas nesta investigação apenas as análises constantes do laboratório de urgência.
 - Identificação dos valores de referência – Aplicaram-se os valores de referência ou valores normais de cada análise, diferenciando para sexo masculino ou feminino conforme valores parametrizados no hospital em estudo (ver Anexo F).
- Agregação da base de dados laboratorial com a de dados administrativos. Através do número de episódio, comum nas duas bases de dados, foram agregados nesta fase 5841 episódios em 2010 e 6434 em 2011. Das 127 análises presentes na base de dados laboratorial foram seleccionadas aquelas que tinham resultados para os doentes com enfarte agudo do miocárdio, num total de 46 análises.

Assim o conjunto de variáveis constante desta base de dados são:

- Dados do doente: Número de processo clínico (dados anonimizados), Número do episódio do doente (dados anonimizados), Sexo, Data de nascimento, Entidade responsável pelo financiamento, Número de beneficiário, Residência (Distrito, Concelho e Freguesia);
- Natureza da Admissão: Admissão programada, Admissão não programada
- Transferências entre serviços (20 campos, para 1ª, 2ª, 3ª...19ª e último serviço): Código do serviço, Designação do serviço, Data de admissão, Data de alta;
- Destino após a alta:
 - Para o domicílio: Hospital de dia, Consulta externa do hospital, Consulta Externa de outro hospital, Centro de saúde/Médico de família, Sem outra especificação;
 - Para outra instituição com internamento: Hospital do SNS, Centro de saúde, Outro hospital;
 - Serviço domiciliário, Saído contra parecer médico, Falecido.
- Transferência entre hospitais (de/para): realização de exames, Seguimento, por falta de recursos, Tratamento de condição associada;
- Diagnóstico de admissão, Morfologia tumoral, Peso à nascença, Diagnósticos – até 20 e com indicação do diagnóstico principal, Causa externa de lesão/efeito adverso – até 20, Procedimentos – até 20, Data da primeira intervenção cirúrgica, Número de dias em unidades de cuidados intensivos, Identificação do médico responsável pelo tratamento, Identificação do médico codificador.
- Análises clínicas – até 46 constantes do Anexo F.

5.1.2. Período em estudo

Para recolha dos dados de investigação foram utilizados os anos de 2010 e de 2011 e o primeiro semestre de 2014, estes últimos usados apenas para teste.

5.1.3. População em estudo

Identificou-se o conjunto dos episódios de internamento do hospital em estudo em indivíduos com 18 ou mais anos, para os quais se dispunha de resultados de análises

clínicas no laboratório de urgência, perfazendo um total de 12.275 episódios de internamento.

Para selecção dos episódios de enfarte agudo do miocárdio (EAM) utilizaram-se os códigos ICD-9-CM pertencentes à categoria de diagnóstico principal 410 – Enfarte Agudo do Miocárdio, à exceção de episódios codificados como subsequentes, ou seja, internamentos que não respeitam a um episódio inicial de EAM (41002, 41072).

Obteve-se um conjunto de 755 episódios. Deste grupo foram selecionados para o estudo os doentes que não tinham sido transferidos de/para outro hospital. Com a aplicação destes critérios, a população em estudo foi composta por 469 episódios, representando 62,1% dos episódios de EAM do hospital (ver Anexo G).

Na Tabela 5-1 é apresentado um resumo da evolução do número de episódios durante o processo de selecção da população em estudo nos anos de 2010 e 2011.

Tabela 5-1 - Evolução do número de episódios em estudo

	2010		2011		Total	
	Nº epis. excluídos	Nº epis. Total	Nº epis. excluídos	Nº epis. Total	Nº epis. excluídos	Nº epis. Total
Total de episódios inicial	-	16805	-	16689	-	33494
Exclusão de episódios com resultados de análises clínicas fora do laboratório de urgência ou sem resultados e de episódios de doentes com idade < 18 anos	10964	5841	10255	6434	21219	12275
Exclusão de episódios com EAM subsequentes	5471	370	6049	385	11520	755
Exclusão de episódios transferidos	119	251	167	218	286	469

5.1.4. Definição de variáveis

A **duração de internamento** e a **mortalidade** constituíram as variáveis dependentes deste estudo. A duração de internamento tem duas perspetivas de análise: perceber que doentes estão em risco de terem durações de internamento mais prolongadas e

prever a duração de internamento individual por doente. A primeira permite organizar o planeamento da estadia face ao risco do doente complementada com a informação do tempo previsto.

Variáveis dependentes:

Face a este enquadramento foram definidas as seguintes variáveis para o estudo da duração de internamento:

- Duração de internamento (DI) – Total de dias utilizado por um doente internado num período nos diversos serviços de um estabelecimento de saúde com internamento, exceptuando o dia da alta do doente nesse estabelecimento de saúde (INE, 2005). Foi utilizada como variável contínua para prever a duração de internamento individual por doente.
- Duração de internamento elevada – Foram considerados duração de internamento elevada os episódios acima do percentil 75. Vários estudos fazem referência à DI elevada, assumindo diversas formas de a identificar. Alguns casos pela média, outros casos pelo percentil superior da DI (Wright et al., 2003; Kotowycz et al., 2009; Barbini et al., 2014; Quintana et al., 2014;). Em Portugal são considerados como episódios de evolução prolongada constante do Regulamento e Tabelas de Preços das Instituições e Serviços Integrados no Serviço Nacional de Saúde, os episódios cujo tempo de internamento é igual ou superior ao limiar máximo do GDH a que pertençam (Portaria n.º 234/2015 de 7 de agosto, 2015).

Quanto à mortalidade é a seguinte a variável em estudo:

- Mortalidade – A mortalidade observada indica o número de doentes falecidos durante o tempo de internamento hospitalar e é obtida pela informação constante dos dados administrativos do hospital em estudo, através da soma do número de falecidos durante o internamento no período e com EAM. É uma variável com duas categorias (1: doentes falecidos).

Variáveis independentes:

Com base na literatura e na disponibilidade de dados, foi selecionado um conjunto de variáveis independentes relacionadas com as características dos doentes.

- Risco de DI elevada;
 - 36 variáveis de análises laboratoriais;
 - Tipo de tratamento;
 - Idade;
 - Sexo;
 - Diagnóstico principal;
 - Tipo de EAM;
 - Comorbilidades;
-
- Risco de DI elevada – Resulta do estudo da duração de internamento elevada sendo considerada como *proxy* de doente com condições que conduzem a um maior tempo de internamento, se existir discriminação (Iezzoni, 1997) e inclui no seu cálculo as variáveis constantes do estudo da duração de internamento elevada (ver mais à frente).
 - 36 variáveis de análises laboratoriais – Os fatores de risco baseados em dados laboratoriais melhoram a previsão de resultados em saúde (Johnston et al., 2007; Park et al., 2007; McCullough et al., 2011) e em particular no EAM (Fonseca & Mimoso, 2011; Hamm et al., 2011).
Assim, apesar de estarem identificadas nas *guidelines* (Fonseca & Mimoso, 2011; Hamm et al., 2011; Steg et al., 2012) estas análises laboratoriais como fatores de risco em doentes com EAM, optou-se por adicionar também uma avaliação às análises efetuadas por rotina no hospital (Turner, Ketch, Gandhi, & Sane, 2008) e perceber qual o seu contributo para o risco em doentes com EAM, trazendo um conhecimento adicional a esta investigação.

Foram então selecionadas as análises laboratoriais que asseguravam pelo menos 10% de resultados anormais (acima ou abaixo do valor de referência), evitando pequenos números ou estimativas instáveis (Van Houdenhoven et al., 2007). Excluiu-se desta regra a análise saturação de oxigénio no sangue (sO₂), com 9,8% de valores anormais, considerada como podendo ter relevância clínica para este estudo (Thang et al., 2015), resultando num total de 36 análises laboratoriais das 46 presentes inicialmente, considerando-se então os seguintes fatores de risco com níveis de:

- Albumina;

- Alanina Aminotransferase (ALT);
- Aminotransferase Aspartato (AST);
- Excesso de Base (BE);
- Cálcio;
- Concentração de Hemoglobina Globular Média (CHGM);
- Creatinofosfoquinase (CK);
- Creatinofosfoquinase fração MM (CK-MB);
- Cloro;
- Creatinina;
- Eosinófilos;
- Eritrócitos;
- Glucose;
- Concentração de bicarbonato arterial (HCO_3a);
- Hematócrito;
- Hemoglobina;
- Hemoglobina Globular Média (HGM);
- Índice internacional normalizado (INR) do tempo de protrombina;
- lactato desidrogenase (LDH);
- Linfócitos;
- Magnésio;
- massa CKMB;
- Volume plaquetário médio (MPV);
- Neutrófilos;
- Plaquetas;
- Oxigénio no sangue (pO_2);
- Potássio;
- Proteína C-reativa;
- Volume de células vermelhas no sangue (RDW-CV);
- Saturação de oxigénio no sangue (sO_2);
- Sódio;
- Taxa de dióxido carbono total no sangue (TCO_2);
- Tempo de cefalina;
- Tempo de protrombina;
- Troponinal;
- Ureia.

Cada uma destas variáveis tem um nível de referência que decorre da calibração dos equipamentos de análises clínicas do hospital e que constam do **Anexo F**.

Cada análise laboratorial foi inicialmente recodificada em três níveis: normal (0), acima do normal (1) e abaixo do normal (-1), considerando-se um valor normal aquele que se posiciona dentro do intervalo de referência de valores de determinada análise laboratorial (ver valores normais ou valores de referência no **Anexo F**) (Asadollahi et al., 2011; Barbini et al., 2014). Estes valores decorrem da calibração dos equipamentos de análises clínicas do hospital. Numa fase seguinte poderiam ser codificados em dois níveis se a avaliação estatística univariada mostrasse que não era necessário diferenciar alguma delas.

- Tipo de tratamento – O tratamento efetuado ao doente, médico ou cirúrgico, é encontrado como fator importante quer no consumo de recursos, quer na mortalidade (Kaul et al., 2014). A variável especifica se o doente recebeu tratamento cirúrgico ou médico e foi criada a partir do tipo de GDH.
- Idade – Dependendo da abordagem de análise (ver mais à frente) a idade foi considerada como contínua ou categórica (1: igual ou superior a 69 anos), após avaliação da linearidade da variável pelo método dos quartis (Häkkinen et al., 2014).

As variáveis Idade, Sexo, Diagnóstico principal, Tipo de EAM e Comorbilidades são comuns ao estudo da DI e da mortalidade no EAM desenvolvido no capítulo anterior remetendo-se a sua leitura para esse capítulo (4.1.4).

5.1.5. Análise dos dados

É descrita neste ponto a metodologia de análise do estudo dos fatores preditivos da duração de internamento e da mortalidade.

A duração de internamento, conforme já referido na descrição das variáveis dependentes, tem duas perspetivas de análise: perceber que doentes estão em risco de terem durações de internamento mais prolongadas e prever a duração de internamento individual por doente. Assim, desenhou-se a investigação para os dois estudos de fatores preditivos com a seguinte estrutura apresentada na Figura 5-1:

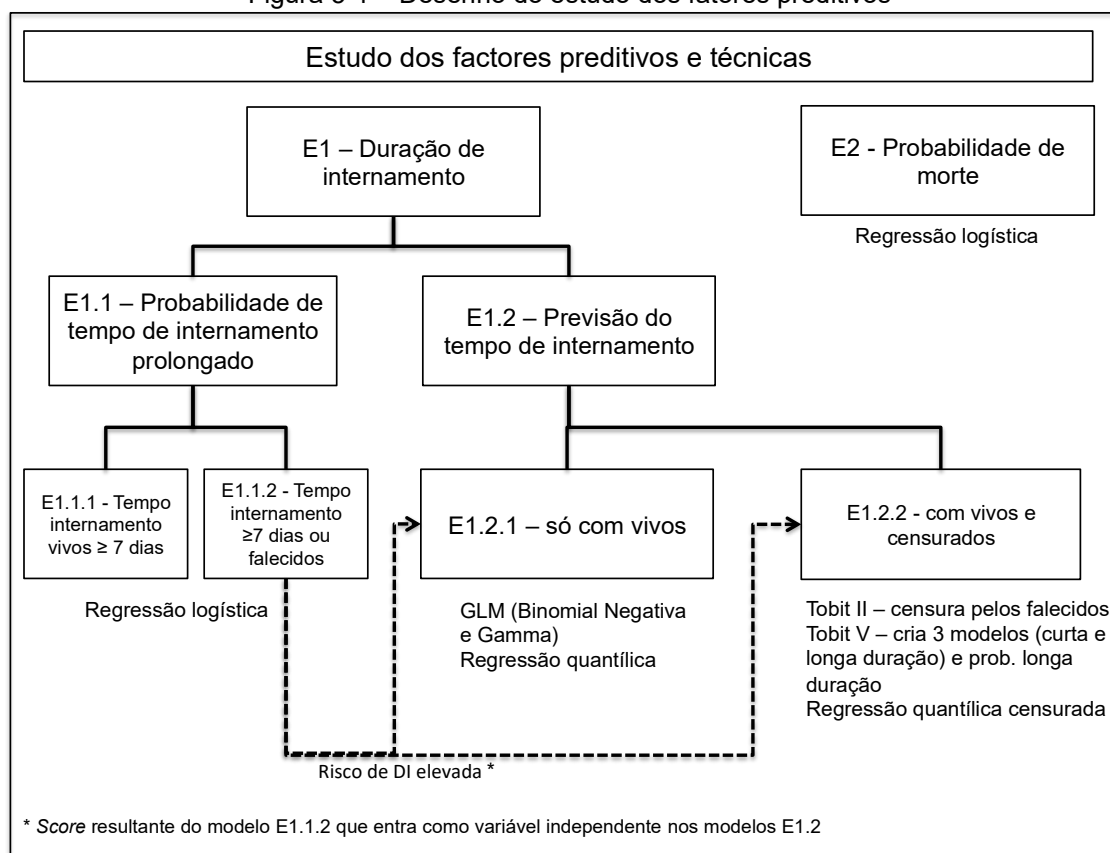
- Duração de internamento (E1) – para além das duas perspetivas de análise foi desenvolvido em cada uma delas uma abordagem incluindo todos os doentes e outra incluindo só vivos. Esta escolha teve como fundamento perceber se tínhamos melhores resultados na inclusão dos falecidos como uma variável censurada:
 - Probabilidade de tempo de internamento prolongado (E1.1) – foram desenvolvidos dois modelos:
 - Probabilidade de tempo de internamento prolongado só com doentes com alta vivo (E1.1.1);
 - Probabilidade de tempo de internamento prolongado para o total de doentes (E1.1.2).
 - Previsão de Tempo de internamento por doente (E1.2) – foram desenvolvidos dois modelos:
 - Previsão de tempo de internamento por doente só com doentes com alta vivo (E1.2.1).

Este estudo foi publicado no *Journal of Medical Systems*, revisto por pares, sob o título “*The predictive factors on extended hospital length of stay in patients with AMI: laboratory and administrative data*” em outubro de 2015 e apresentado no Congresso WorldCist 2015, em abril, sob o título “*The Length of Hospital Stay in Acute Myocardial Infarction: A Predictive Model with Laboratory and Administrative Data*” publicado em

<http://www.springer.com/gp/book/9783319164854>.

- Previsão de tempo de internamento por doente com todos os doentes (aqui, os falecidos foram consideradas observações censuradas) (E1.2.2).
- A probabilidade de morte (E2).

Figura 5-1 – Desenho do estudo dos fatores preditivos



Os dados foram trabalhados e analisados em MS Excel para Mac 14.0.0, em SPSS 19.0 (*Statistical Package for the Social Sciences*) e em R-Cran (A Language and Environment for Statistical Computing).

5.1.5.1. Fatores preditivos de duração de internamento (E1)

Probabilidade de tempo de internamento prolongado (E1.1)

O estudo dos fatores preditivos de probabilidade de tempo de internamento prolongado foi avaliado com recurso a duas alternativas distintas: uma que calcula a probabilidade de internamento prolongado baseado apenas em doentes com alta vivo (E1.1.1) e outro baseado em todos os doentes, vivos e falecidos (E1.1.2).

Pretendendo identificar doentes com maior risco de internamento prolongado, foram considerados como amostra de duração de internamento elevada os episódios acima do percentil 75 na população de doentes saídos com alta vivo (439 episódios) e os episódios acima do percentil 75 incluindo os falecidos como censurados considerando-se, para tal, o total da população em estudo (469 episódios).

O percentil 75 de dias de internamento posiciona-se nos 7 dias pelo que foram considerados como episódios com duração de internamento elevada os que apresentaram valores iguais ou acima dos 7 dias.

A idade foi considerada neste estudo como categórica porque na análise da sua linearidade a classe de “+69 anos” foi estatisticamente significativa ($p=0,002$ e $p=0,000$ para os estudos E1.1.1 e E1.1.2, respetivamente).

As variáveis iniciais foram escolhidas para cada estudo (E1.1.1 e E1.1.2) através dos resultados da regressão logística simples (ver capítulo 4.1.5.3). Esta avaliação foi feita através do teste de Wald. Foi depois estimada a probabilidade de cada indivíduo da amostra ter uma duração de internamento elevada (≥ 7 dias para o estudo E1.1.1 e ≥ 7 dias incluindo falecidos como censurados para o estudo E1.1.2) com recurso à **regressão logística múltipla** e ao modelo *stepwise forward* que apresentou o melhor AIC.

Previsão do tempo de internamento por doente (E1.2)

O estudo dos fatores preditivos da previsão do tempo de internamento foi avaliado com recurso a duas alternativas distintas: uma que calcula a previsão de tempo de

internamento só com doentes vivos (E1.2.1) e outra que calcula a previsão de tempo de internamento com doentes vivos e falecidos como censurados (E1.2.2).

Com este estudo pretende-se prever qual o tempo de internamento dos doentes na admissão ao internamento recorrendo ao melhor modelo com base na amostra de doentes saídos com alta vivo (439 episódios) ou na amostra total, doentes vivos e falecidos como censurados (469 episódios).

Para as variáveis independentes combinaram-se fatores de risco registados na base de dados administrativa e na base de dados de análises laboratoriais. Incluiu-se também o risco de DI elevada, resultante do estudo dos fatores preditivos de probabilidade de tempo de internamento prolongado (E1.1.2).

As variáveis iniciais foram escolhidas através de uma análise simples (ver capítulo 4.1.5.3) para a população de doentes com alta vivo (E1.2.1), através do teste de Wald e aplicadas nos modelos restantes (E1.2.2) (regressão quantílica censurada e não censurada e Tobit II e V).

Devido à sua importância clínica em doentes com EAM foi estudada a variável troponina (Hamm et al., 2011), escolhida no modelo da binomial negativa como variável significativa em valores acima do normal ($p=0,040$), mas com um coeficiente negativo no tempo de internamento quando vista como contínua. Assim, a variável foi agrupada em seis níveis (Antman et al., 1996) verificando-se valores de coeficientes positivos nos níveis cinco (de 5 a 8, inclusive) e seis (≥ 9), este último com um $p=0,011$. Decidiu-se assim agrupar a variável em dois grupos <8 e ≥ 8 .

Devido à assimetria da duração de internamento, optou-se por trazer inovação a esta investigação aplicando diversas técnicas no estudo do tempo de internamento enquanto variável contínua e comparar qual apresenta melhores resultados em termos preditivos. Em seguida especificam-se quais as técnicas aplicadas (para suporte teórico ao desenvolvimento das técnicas estatísticas ver Anexo A):

- Os **modelos utilizados** na amostra de doentes saídos com alta vivo (E1.2.1) (439 episódios) recorreram a modelos lineares generalizados (binomial negativa e gamma) devido à assimetria dos dados da DI e à regressão quantílica (Faraway, 2006, 2009).

A regressão quantílica pretende encontrar, não o valor médio da variável dependente, como nos MLG, mas sim um quantil (ou vários) dessa variável dependente (por exemplo, a mediana). O tempo de internamento pode ser muito elevado levando a uma assimetria acentuada da distribuição de probabilidade da variável dependente (é o caso dos dados deste estudo). A regressão quantílica busca solução para este problema através de métodos simplex e não a partir das propriedades de verosimilhança ou mínimos quadrados (Koenker, 2005) e encontra-se aplicação na literatura em estudos de duração de internamento (Pourhoseingholi et al., 2009).

- Com base em toda a amostra (E1.2.2) - Recorreu-se a regressão censurada para poder incluir os falecidos na análise considerando-se a variável DI como uma variável com valor censurado à direita no caso dos doentes que faleceram. Ou seja, o que se conhece não é a duração de internamento (até à alta) mas sim o tempo que o doente esteve internado até morrer e, nessa perspetiva, a duração de internamento pode ser encarada do ponto de vista estatístico como uma observação censurada (Aas, Iversen, & Rosenqvist, 2012).

Os modelos de regressão que entram em conta com valores censurados designam-se por modelos de análise de sobrevivência (Kleinbaum & Klein, 2012) ou **modelos Tobit** (Amemiya, 1984). A diferença entre estes modelos é que os modelos de análise de sobrevivência focam essencialmente os fatores que influenciam o tempo de sobrevivência enquanto os segundos focam mais a estimação do valor médio da variável resposta entrando em conta com a censura existente nalgumas observações. Neste trabalho iremos focar a nossa atenção no segundo tipo de modelos. Os pressupostos são semelhantes aos do modelo linear (Aguirregabiria, 2009). Desenvolveu-se um terceiro modelo, a regressão quantílica censurada baseado nos dois conceitos anteriores (Koenker, 2005).

Em suma, os modelos desenvolvidos foram os seguintes:

- Tobit II – censura pelos falecidos;
- Tobit V – cria três modelos:
 - Probabilidade de longa duração;
 - DI sob curta e longa duração com base no percentil 75;
- Regressão quantílica censurada.

5.1.5.2. Fatores preditivos da probabilidade de morte do doente (E2)

Este estudo pretende identificar a probabilidade de morte de cada doente (E2) considerando-se, para tal, o total da amostra em estudo (469 episódios).

A variável dependente é a mortalidade hospitalar, conforme descrita anteriormente. Para as variáveis independentes o estudo combinou os fatores de risco registados na base de dados administrativa e na base de dados de análises laboratoriais.

As variáveis iniciais foram escolhidas através dos resultados da regressão logística simples (ver capítulo 4.1.5.3), à exceção de variáveis que não apresentavam valores anormais em doentes falecidos (resultados laboratoriais de BE e VGM). Esta avaliação foi feita através do teste de Wald. Foi depois estimada a probabilidade de morte de cada indivíduo na amostra com recurso à **regressão logística múltipla** (Hosmer Jr et al., 2013) e ao modelo *stepwise backward* que apresentou o melhor AIC.

Para a análise dos coeficientes do modelo foi utilizado o **Odds Ratio (OR)** pela sua facilidade de interpretação (Li, 2014).

5.1.5.3. Validação dos fatores preditivos

Para a avaliação dos modelos que recorreram à regressão logística foram utilizadas as seguintes metodologias:

- Para validar a eficiência preditiva do modelo foram utilizadas as medidas de sensibilidade e especificidade. A primeira mede a percentagem de classificações corretas na classe 1 da variável dependente. A especificidade mede a percentagem de classificações corretas na classe 0 do modelo. O ponto de corte é o valor (entre 0 e 1) que maximiza estes dois valores simultaneamente. Consideram-se os seguintes valores para avaliação destas duas medidas: bom > 80%; razoável entre 50% e 80%; medíocre abaixo de 50% (Marôco, 2010).
- Para avaliar a capacidade de discriminação do modelo, foi usada a área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) que deriva de medidas de sensibilidade e de especificidade e que varia entre 0 e 1. Quanto mais próxima

estiver de 1, maior é a capacidade do modelo para discriminar os indivíduos que apresentam a característica de sucesso. Para valores a partir de 0,8 considera-se que o modelo tem uma excelente discriminação (Hosmer Jr et al., 2013).

- Quanto à calibração foi utilizada a Hosmer & Lemeshow *statistic* que se refere à concordância entre o observado e o risco previsto do evento em estudo. Quando mais próximo o *p-value* do teste estiver de 1 melhor é a calibração do modelo (1:calibração perfeita) (Hosmer Jr et al., 2013).

Na estimação do tempo de internamento do doente, a eficiência preditiva dos seis modelos em análise foi avaliada por simulação com técnicas semelhantes às utilizadas em estimação *bootstrap*. Para cada modelo, foram geradas (da amostra inicial) subamostras com reposição, de dimensão $k = 20, 50, 100$, e 200 e avaliada a raiz quadrada do erro quadrático médio para cada subamostra. Cada subamostra constitui uma réplica das 1000 geradas em cada modelo. A média destas réplicas constitui o erro de predição associado ao modelo (Hyndman & Koehler, 2006).

Para a validação dos modelos recorreu-se aos doentes saídos com EAM no primeiro semestre de 2014 no hospital em estudo, num total de 219 episódios. Esta base de dados seguiu as mesmas características da base de dados de treino para a sua construção. Especificamente foram excluídos, em primeiro lugar, os episódios transferidos para outros hospitais (75 episódios) e, em seguida, selecionados os episódios de doentes internados com análises efetuadas no laboratório de urgência no momento da admissão, o que excluiu 15 episódios, ficando a base de dados final com um total de 129 episódios.

Para avaliar a consistência dos resultados dos diferentes estudos ao nível dos seus coeficientes, recalcularam-se os modelos com todos os casos de 2010, 2011 e 2014, num total de 598 episódios, com as variáveis preditivas de cada estudo (adiante designado como Dados conjuntos 10/11/14).

5.2. Resultados

Para melhor leitura, os resultados são apresentados por cada um dos estudos de acordo com a sequência apresentada na metodologia. A caracterização da população total e de doentes com alta vivo é comum a todos os estudos pelo que é abordada a sua caracterização em termos de frequência apenas nos estudos constantes do ponto 5.2.1.

5.2.1. Fatores preditivos de duração de internamento (E1)

5.2.1.1. Probabilidade de tempo de internamento prolongado (E1.1)

5.2.1.1.1. Fatores preditivos de probabilidade de tempo de internamento prolongado em doentes com alta vivo (E1.1.1)

Um total de 439 episódios dos anos de 2010 e 2011 foram incluídos no estudo dos fatores preditivos de risco de internamento prolongado em doentes com alta vivo (E1.1.1), com base nos critérios definidos na metodologia.

A Tabela 5-2 e a Tabela 5-3 contêm os resultados da frequência de doentes e da percentagem de doentes com internamentos elevados (≥ 7 dias) de cada variável administrativa e dados laboratoriais em estudo, o respetivo risco de internamento prolongado (*Odds ratio*) e a significância estatística (*p-value*), obtida através da regressão logística simples.

Analisando estes resultados, constata-se que os doentes com idade ≥ 69 anos (50,8%), do sexo masculino (65,4%), com tratamento cirúrgico (71,3%), com um tipo de EAM NSTEMI (53,1%), com doença isquémica do coração (82,5%) e com diabetes sem complicações (24,8%) como comorbilidades são os mais frequentes no total da população.

Os doentes com duração de internamento igual ou superior a 7 dias (DI ≥ 7 dias) são 126 (28,7%). Destes doentes os mais frequentes são aqueles com idade ≥ 69 anos (73,0%), do sexo masculino (63,5%), com tratamento cirúrgico (59,5%), com um tipo de EAM NSTEMI (59,5%), com doença isquémica do coração (76,2%) e com diabetes sem complicações (27,8%) como comorbilidades.

Quanto aos dados laboratoriais, a maioria dos doentes com EAM apresenta resultados anormais de troponina I (88,6% acima do normal) e RDW-CV (70,6% acima do normal). Nos doentes com DI ≥ 7 dias, os resultados anormais registam-se igualmente com maior frequência nas análises troponina I (acima do normal) (83,3%) e RDW-CV (acima do normal) (66,7%).

Nas Tabela 5-2 e Tabela 5-3 encontramos também os resultados da regressão logística simples, onde todas as variáveis administrativas, com exceção do sexo, cancro e diabetes sem complicações, apresentam significância estatística com *p-value* $< 0,25$, tendo sido incluídas como potenciais variáveis explicativas da duração de internamento prolongada.

Os doentes com maior risco de tempo de internamento prolongado são aqueles que se apresentem na admissão com diabetes com complicações, cerca de 36 vezes mais do que aqueles que não apresentem esta doença (OR=35,89; $p=0,000$).

No grupo das variáveis de dados laboratoriais, aquelas que foram consideradas importantes para entrar no estudo (*p-value* $< 0,25$) são as seguintes: albumina; ALT; BE; cálcio; tempo de cefalina; CK; cloro; proteína C-reativa; creatinina; eosinófilos; eritrócitos; HCO₃a; hematócrito; hemoglobina; HGM; INR; LDH; linfócitos; massa CKMB; MPV; neutrófilos; pO₂; sO₂; TCO₂; tempo de protrombina; troponina I e ureia, tendo sido incluídas como potenciais variáveis explicativas da duração de internamento prolongada. A variável "RDW-CV" com *p-value* = 0,25 foi também incluída devido à sua relevância clínica no EAM (Ilhan et al., 2012; Huang et al., 2014).

Tabela 5-2 - Características da população EAM total (E1.1.1) – dados administrativos

	Freq. (n)	Freq. (%)	DI ≥ 7 dias (%)	Regressão logística simples			
				OR ^(a)	IC 95% ^(a)	<i>p</i> - value	<i>p</i> -value < 0,26 (*)
Total	439	100	28,7				
Grupo de Idade							
Idade < 69	216	49,2	27,0	1,05	1,03-1,07	0,000	*
Idade ≥ 69	223	50,8	73,0				
Sexo							
Masculino	287	65,4	63,5	1,12	0,73-1,72	0,600	
Feminino	152	34,6	36,5				
Tipo de tratamento							
Cirúrgico	313	71,3	59,5	2,16	1,39-3,35	0,000	*
Médico	126	28,7	40,5				
Tipo de EAM							
STEMI anterior	104	23,7	21,4	0,88	0,46-1,65	0,210	*
STEMI outro	102	23,2	19,0				
NSTEMI	233	53,1	59,5				
Doentes com comorbilidades							

	Freq. (n)	Freq. (%)	DI ≥ 7 dias (%)	Regressão logística simples			
				OR ^(a)	IC 95% ^(a)	p-value	p-value < 0,26 (*)
Anemia	39	8,9	23,0	9,06	4,4-20,18	0,000	*
Cancro	9	2,1	2,4	1,25	0,26-4,81	0,760	
Choque	9	2,1	6,3	21,15	3,82-394,54	0,000	*
Diabetes com complicações	14	3,2	10,3	35,89	7,03-655,78	0,000	*
Diabetes sem complicações	109	24,8	27,8	1,24	0,77-1,98	0,370	
Disritmia cardíaca	29	6,6	11,1	2,48	1,15-5,33	0,020	*
Doença cerebrovascular	11	2,5	7,9	26,9	5,07-496,36	0,000	*
Doença Isquémica do coração	362	82,5	76,2	0,57	0,34-0,95	0,030	*
Doença renal aguda	44	10,0	22,2	5,3	2,79-10,42	0,000	*
Doença renal crónica	46	10,5	23,8	5,8	3,07-11,34	0,000	*
Edema Pulmonar	13	3,0	8,7	14,87	3,92-97,07	0,000	*
Infeções respiratórias	25	5,7	18,3	34,72	10,04-218,74	0,000	*
Insuficiência cardíaca congestiva	12	2,7	7,1	7,95	2,33-36,29	0,000	*

^(a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR; Freq. Frequência

Tabela 5-3 - Características da população EAM total (M1.1.1) – dados laboratoriais

	Resultados abaixo do normal			Resultados acima do normal			Regressão logística simples			
	Freq. (n)	Freq. (%)	DI ≥ 7 dias (%)	Freq. (n)	Freq. (%)	DI ≥ 7 dias (%)	OR ^(a)	IC 95% ^(a)	p-value	p-value <0,26 (*)
Albumina	42	9,6	21,4	0	-	-	0,18	0,09-0,36	0,000	*
BE	23	5,2	12,7	25	5,7	11,1	0,14	0,05-0,34	0,000	*
Cálcio	42	9,6	16,7	0	-	-	0,36	0,19-0,69	0,000	*
CHGM	31	7,1	9,5	43	9,8	9,5	0,61	0,29-1,34	0,460	
CK	7	1,6	3,2	245	55,8	51,6	0,33	0,06-1,54	0,190	*
CK-MB	0	-	-	278	63,3	60,3	0,84	0,55-1,28	0,410	
Cloro	14	3,2	5,6	82	18,7	22,2	0,36	0,12-1,08	0,090	*
Creatinina	7	1,6	0,8	62	14,1	29,4	4,79	2,75-8,47	0,000	*
Eosinófilos	144	32,8	41,3	0	-	-	0,59	0,39-0,91	0,020	*
Eritrócitos	176	40,1	50,0	0	-	-	0,57	0,37-0,86	0,010	*
Glicose	0	-	-	195	44,4	45,2	1,05	0,69-1,59	0,830	
HCO3a	23	5,2	12,7	34	7,7	15,9	0,13	0,05-0,33	0,000	*
Hematócrito	200	45,6	58,7	0	-	-	0,47	0,31-0,72	0,000	*
Hemoglobina	152	34,6	48,4	0	-	-	0,44	0,28-0,67	0,000	*
HGM	30	6,8	7,1	66	15,0	10,3	1,02	0,46-2,4	0,190	*
INR	0	-	-	43	9,8	15,1	2,14	1,12-4,05	0,020	*
LDH	0	-	-	137	31,2	35,7	1,33	0,86-2,06	0,200	*
Linfócitos	222	50,6	59,5	0	-	-	0,6	0,39-0,91	0,020	*
Magnésio	0	-	-	91	20,7	23,0	1,21	0,73-1,98	0,460	
Massa CKMB	0	-	-	48	10,9	14,3	1,57	0,83-2,91	0,160	*
MPV	92	21,0	13,5	17	3,9	1,6	2,12	1,22-3,87	0,010	*
Neutrófilos	0	-	-	157	35,8	45,2	1,76	1,15-2,69	0,010	*
Plaquetas	20	4,6	5,6	20	4,6	3,2	0,75	0,3-2,05	0,560	
pO2	42	9,6	19,0	23	5,2	13,5	0,22	0,11-0,42	0,000	*
Potássio	38	8,7	11,1	15	3,4	4,8	0,65	0,33-1,33	0,310	
Proteína C reativa	0	-	-	215	49,0	54,8	1,38	0,92-2,1	0,120	*
RDW-CV	0	-	-	310	70,6	66,7	0,77	0,49-1,21	0,250	*
sO2	38	8,7	18,3	0	-	-	0,23	0,11-0,44	0,000	*
Sódio	89	20,3	22,2	0	-	-	0,85	0,52-1,42	0,520	
TCO2	15	3,4	8,7	42	9,6	17,5	0,12	0,03-0,35	0,000	*
Tempo de cefalina	49	11,2	15,9	75	17,1	18,3	0,52	0,28-0,98	0,120	*
Tempo de protrombina	0	-	-	99	22,6	33,3	2,25	1,4-3,59	0,000	*
AST	0	-	-	238	54,2	56,3	1,13	0,75-1,72	0,570	
ALT	10	2,3	1,6	115	26,2	31,7	1,46	0,36-9,81	0,220	*
Troponina I	0	-	-	389	88,6	83,3	0,51	0,28-0,94	0,030	*
Ureia	0	-	-	161	36,7	57,9	3,52	2,3-5,44	0,000	*

^(a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR; Freq. Frequência

Os resultados da **regressão logística múltipla** com as variáveis relevantes para o estudo dos fatores preditivos de doentes em risco de internamento prolongado são apresentados na Tabela 5-4.

Os resultados finais apresentados foram encontrados após avaliação das variáveis não significativas (tempo de cefalina e ALT) e variáveis com sentido negativo (RDW-CV) que foram retiradas.

Foi também retirada a comorbilidade anemia que, embora sendo significativa (*p-value*= 0,000), foi sujeita a teste de interação com variáveis laboratoriais que indicam anemia, nomeadamente a hemoglobina (Turner et al., 2008). Não tendo sido encontrada interação entre estas duas variáveis, considerou-se que a anemia foi adquirida durante o internamento e não na admissão, optando-se por retirá-la.

Tabela 5-4 - Fatores preditivos probabilidade de tempo de internamento prolongado (E1.1.1) – dados de treino

	OR ^(a)	IC 95% ^(a)	p-value	
Grupo de Idade [69,100]	3,31	1,9-5,28	0	***
Choque	17,78	1,6-134,02	0,019	*
Diabetes com complicações	37,83	4,12-242,99	0,001	**
Disritmia cardíaca	2,97	1,2-6,37	0,019	*
Doença cerebrovascular	18,41	2,12-113,07	0,008	**
Edema pulmonar	7,31	1,38-29,61	0,019	*
Infeções respiratórias	9,32	1,72-38,47	0,01	**
Neutrófilos (acima normal)	2,03	1,19-3,17	0,009	**
pO2 (abaixo normal)	1,7	1,38-3,47	0,222	
pO2 (acima normal)	4,52	1,41-12,01	0,011	*
Tempo de protrombina (acima normal)	1,64	1,09-2,67	0,097	.
Signif. Codes: 0 '***'; 0,001 '**'; 0,01 '*'; 0,05 '.'				
AIC: 402,78				

^(a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR

Nota: Grupos de referência: Comorbilidades – não presente (0); dados laboratoriais – normal (0)

Conforme podemos observar, as comorbilidades são variáveis preditoras relevantes, nomeadamente a diabetes com complicações, que apresenta o *odds ratio* da duração de internamento igual ou superior a 7 dias mais elevado (OR=37,83; p=0,001). Daqui resulta que os doentes que apresentem na admissão ao internamento esta comorbilidade, têm um risco, aproximadamente, 38 vezes maior de ficar internado mais de 7 dias do que os doentes que não têm esta comorbilidade.

As comorbilidades seguintes, com *odds ratio* superiores, são:

- a doença cerebrovascular (OR=18,41; p=0,008);
- o choque (OR=17,78; p=0,019);
- as infeções respiratórias (OR=9,32; p=0,010);

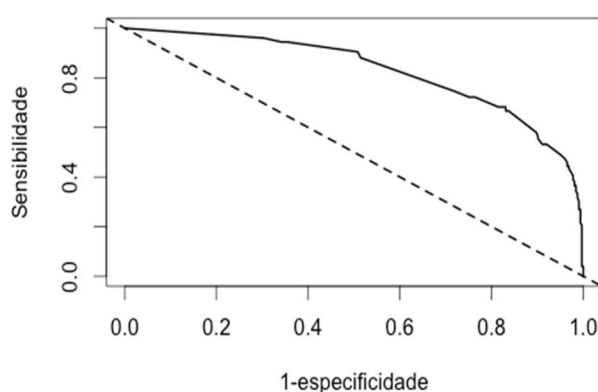
- o edema pulmonar (OR=7,31; p=0,019).

As restantes variáveis incluídas no modelo, por ordem decrescente do *odds ratio*, são:

- a pO₂ (acima do normal) (OR=4,52; p=0,011);
- o grupo de idade [69,100] (OR=3,31; p=0,000);
- a disritmia cardíaca (OR=2,97; p=0,019);
- os neutrófilos (acima do normal) (OR=2,03; p=0,009);
- o tempo de protrombina (acima do normal) (OR=1,64; p=0,097).

O conjunto de fatores preditivos encontrados evidenciou valores razoáveis de sensibilidade (72%) e de especificidade (75%) com um cut-off de 0,24, e uma excelente capacidade discriminatória (área sob a curva ROC: 0,828) (Gráfico 5-1). Este conjunto de fatores apresenta também uma boa calibração com um teste de Hosmer & Lemeshow de *p-value* de 0,995.

Gráfico 5-1 - Área sob a curva ROC: DI_I≥7d (E1.1.1)



5.2.1.1.2. Probabilidade de tempo de internamento prolongado para o total de doentes (E1.1.2)

Um total de 469 episódios dos anos de 2010 e 2011 foram incluídos no estudo dos fatores preditivos de probabilidade de tempo de internamento prolongado para o total de doentes (E1.1.2), com base nos critérios definidos na metodologia.

A Tabela 5-5 e a Tabela 5-6 contêm os resultados da frequência de doentes e da percentagem de doentes com internamentos elevados ≥ 7 dias incluindo falecidos de cada variável administrativa e dados laboratoriais em estudo, o respectivo risco de internamento prolongado (*Odds ratio*) e a significância estatística (*p-value*), obtida através da regressão logística simples.

Analisando estes resultados, constata-se que os doentes com idade ≥ 69 (50,8%), do sexo masculino (65,38%), com tratamento cirúrgico (69,9%), com um tipo de EAM NSTEMI (52,9%), com doença isquémica do coração (81,7%) e com diabetes sem complicações (24,9%) são os mais frequentes no total da população.

Os doentes com duração de internamento igual ou superior a 7 dias incluindo falecidos são 156 (33,3%). Destes doentes os mais frequentes são aqueles com idade ≥ 69 (75,0%), do sexo masculino (64,1%), com tratamento cirúrgico (57,7%), com um tipo de EAM NSTEMI (57,7%), com doença isquémica do coração (75,0%), com diabetes sem complicações (27,6%), seguindo a mesma tipologia dos doentes mais frequentes no total da população.

Quanto aos dados laboratoriais, a maioria dos doentes com EAM apresenta resultados anormais de troponina I (88,1% acima do normal) e de RDW-CV (71,2% acima do normal). Nos doentes com DI ≥ 7 dias incluindo falecidos, os resultados anormais registam-se igualmente com maior frequência nas análises troponina I (acima do normal) (82,7%) e RDW-CV (acima do normal) (69,2%).

Nas Tabela 5-5 e Tabela 5-6 encontramos também os resultados da regressão logística simples, onde todas as variáveis administrativas, com exceção do sexo, tipo de EAM, cancro e diabetes sem complicações, apresentam significância estatística com *p-value* $< 0,25$, tendo sido incluídas como potenciais variáveis explicativas da

duração de internamento prolongada na população de doentes com alta vivo e falecidos.

Os doentes com maior probabilidade de tempo de internamento prolongado na população total são aqueles que se apresentem na admissão com choque (OR=56,73; $p=0,000$), 57 vezes mais do que pessoas que não apresentem esta doença.

No grupo das variáveis de dados laboratoriais, aquelas que foram consideradas como potenciais variáveis explicativas da duração de internamento prolongada na população em estudo ($p\text{-value} < 0,25$) são as seguintes: albumina; ALT; AST; BE; cálcio; cloro; creatinina; eosinófilos; eritrócitos; HCO_3a ; hematócrito; hemoglobina; INR; LDH; linfócitos; massa CKMB; MPV; neutrófilos; plaquetas; pO_2 ; potássio; proteína C-reativa; sO_2 ; sódio; TCO_2 ; tempo de cefalina; tempo de protrombina; troponina I e ureia.

Tabela 5-5 - Características da população EAM total (E1.1.2) – dados administrativos

	Freq. (n)	Freq. (%)	DI ≥ 7 dias ou falecidos (%)	Regressão logística simples			
				OR ^a	IC 95% ^a	p-value	p-value < 0,25 (*)
Total	469	100	33,3				
Grupo de Idade	-	-	-	4,17	2,74-6,44	0,000	*
Idade < 69	221	47,1	25,0	-	-	-	
Idade ≥ 69	248	52,9	75,0	-	-	-	
Sexo	-	-	-	1,09	0,73-1,63	0,663	
Masculino	307	65,5	64,1				
Feminino	162	34,5	35,9				
Tipo de tratamento	-	-	-	2,33	1,54-3,51	0,000	*
Cirúrgico	328	69,9	57,7				
Médico	141	30,1	42,3				
Tipo de EAM	-	-	-	0,93	0,52-1,65	0,326	
STEMI anterior	111	23,7	21,8				
STEMI outro	110	23,5	20,5				
NSTEMI	248	52,9	57,7				
Doentes com comorbilidades							
Anemia	45	9,6	22,4	8,76	4,36-19,2	0,000	*
Cancro	11	2,3	3,2	1,69	0,48-5,71	0,396	
Choque	25	5,3	15,4	56,73	11,81-1019,39	0,000	*
Diabetes com complicações	17	3,6	10,3	35,66	7,17-646,75	0,000	*
Diabetes sem complicações	117	24,9	27,6	1,23	0,79-1,9	0,358	
Disritmia cardíaca	33	7,0	11,5	2,59	1,27-5,36	0,009	*
Doença cerebrovascular	12	2,6	7,1	23,67	4,54-434,72	0,000	*
Doença Isquémica do coração	383	81,7	75,0	0,53	0,33-0,86	0,010	*
Doença renal aguda	53	11,3	23,7	5,77	3,15-11,04	0,000	*
Doença renal crónica	52	11,1	23,1	5,57	3,03-10,67	0,000	*
Edema Pulmonar	14	3,0	7,7	12,96	3,48-83,97	0,000	*
Infeções respiratórias	34	7,2	20,5	40,13	11,93-250	0,000	*
Insuficiência cardíaca congestiva	13	2,8	6,4	7,08	2,13-31,92	0,001	*

(^a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR; Freq. Frequência

Tabela 5-6 - Características da população EAM total (E1.1.2) – dados laboratoriais

	Resultados abaixo do normal			Resultados acima do normal			Regressão logística simples			
	Freq. (n)	Freq. (%)	DI ≥ 7 dias ou falecidos (%)	Freq. (n)	Freq. (%)	DI ≥ 7 dias ou falecidos (%)	OR ^a	IC 95% ^a	p-value	p-value < 0,25 (*)
Albumina	52	11,1	23,7	0	-	-	0,16	0,08-0,3	0,000	*
BE	35	7,5	17,9	26	5,5	9,6	0,10	0,04-0,21	0,000	*
Cálcio	52	11,1	19,9	0	-	-	0,29	0,16-0,52	0,000	*
CHGM	35	7,5	10,3	45	9,6	9,0	0,57	0,28-1,16	0,278	
CK	7	1,5	2,6	263	56,1	53,2	0,40	0,08-1,85	0,334	
CK-MB	0	-	-	297	63,3	60,9	0,86	0,58-1,27	0,442	
Cloro	20	4,3	8,3	93	19,8	25,0	0,22	0,08-0,56	0,001	*
Creatinina	7	1,5	0,6	72	15,4	30,1	4,97	2,94-8,57	0,000	*
Eosinófilos	164	35,0	46,2	0	-	-	0,49	0,33-0,72	0,000	*
Eritrócitos	197	42,0	53,8	0	-	-	0,48	0,33-0,71	0,000	*
Glicose	0	-	-	208	44,3	44,9	1,03	0,7-1,52	0,872	
HCO3a	34	7,2	17,3	38	8,1	15,4	0,09	0,04-0,21	0,000	*
Hematócrito	220	46,9	60,3	0	-	-	0,44	0,3-0,66	0,000	*
Hemoglobina	172	36,7	51,9	0	-	-	0,38	0,25-0,56	0,000	*
HGM	32	6,8	7,1	71	15,1	11,5	1,01	0,48-2,24	0,293	
I.N.R.	0	-	-	60	12,8	23,1	3,61	2,08-6,38	0,000	*
LDH	0	-	-	151	32,2	37,8	1,46	0,97-2,19	0,067	*
Linfócitos	246	52,5	63,5	0	-	-	0,51	0,34-0,75	0,001	*
Magnésio	0	-	-	95	20,3	21,2	1,09	0,67-1,74	0,733	
Massa CKMB	0	-	-	51	10,9	13,5	1,47	0,8-2,65	0,211	*
MPV	96	20,5	13,5	19	4,1	2,6	2,10	1,25-3,64	0,008	*
Neutrófilos	0	-	-	179	38,2	50,6	2,19	1,48-3,25	0,000	*
Plaquetas	26	5,5	8,3	24	5,1	5,1	0,48	0,21-1,06	0,192	*
pO2	50	10,7	20,5	31	6,6	16,0	0,19	0,1-0,35	0,000	*
Potássio	43	9,2	12,2	19	4,1	6,4	0,57	0,3-1,09	0,050	*
Proteína C reativa	0	-	-	231	49,3	54,5	1,37	0,93-2,02	0,109	*
RDW-CV	0	-	-	334	71,2	69,2	0,87	0,57-1,32	0,504	
sO2	46	9,8	19,9	0	-	-	0,20	0,1-0,38	0,000	*
Sódio	99	21,1	24,4	0	-	-	0,75	0,48-1,2	0,227	*
TCO2	24	5,1	12,8	49	10,4	18,6	0,07	0,02-0,2	0,000	*
Tempo de cefalina	54	11,5	16,0	87	18,6	22,4	0,48	0,27-0,87	0,017	*
Tempo de protrombina	0	0,0	0,0	121	25,8	41,0	3,12	2,04-4,81	0,000	*
AST	0	0,0	0,0	262	55,9	60,9	1,36	0,92-2,02	0,120	*
ALT	11	2,3	1,9	133	28,4	37,2	1,10	0,31-5,11	0,012	*
Troponina I	0	-	-	413	88,1	82,7	0,49	0,28-0,86	0,013	*
Ureia	0	-	-	175	37,3	55,8	3,22	2,16-4,83	0,000	*

^(a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR; Freq. Frequência

Os resultados da regressão logística múltipla com as variáveis relevantes para o estudo dos fatores preditivos de doentes em risco de internamento prolongado com uma DI ≥ 7 dias incluindo falecidos, são apresentados na Tabela 5-7.

Os resultados finais apresentados foram encontrados após avaliação das variáveis não significativas e/ou com sentido negativo (albumina; ALT e Troponina I) que foram retiradas. Foi também retirada a comorbilidade anemia, conforme já referido.

Tabela 5-7 – Fatores preditivos DI ≥ 7 dias incluindo falecidos (E1.1.2) - dados de treino

	OR ^(a)	IC 95% ^(a)	p-value	
Classe de Idade [69,100]	3,51	2,05-6,15	0,000	***
Choque	38,66	6,58-745,35	0,001	***
Diabetes com complicações	40,26	6,17-801,12	0,001	**
Disritmia cardíaca	2,85	1,12-7,08	0,025	*
Doença cerebrovascular	29,04	4,57-574,6	0,003	**
Edema pulmonar	6,55	1,4-47,15	0,028	*
Infeções respiratórias	9,51	2,31-66,78	0,006	**
Neutrófilos (acima normal)	2,14	1,27-3,62	0,005	**
pO2 (abaixo normal)	2,08	0,93-4,6	0,070	.
pO2 (acima normal)	5,08	1,69-16,54	0,005	**
Tempo de protrombina (acima normal)	1,79	1,01-3,15	0,044	*
Signif. Codes: 0 '***'; 0,001 '**'; 0,01 '*'; 0,05 '.'				

^(a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR

Nota: Grupos de referência: Comorbilidades – não presente (0); dados laboratoriais – normal (0)

Analisando as variáveis constantes do modelo preditivo de DI ≥ 7 dias ou falecido, nos dados de treino, as comorbilidades são variáveis preditoras relevantes, nomeadamente a diabetes com complicações que apresenta o *odds ratio* DI ≥ 7 dias ou falecido, mais elevado (OR=40,26; p=0,001). Ou seja, os doentes que apresentem na admissão ao internamento esta comorbilidade, têm um risco 40 vezes maior de ficar internado mais de 7 dias ou de falecer do que os doentes que não têm esta comorbilidade.

As comorbilidades seguintes com *odds ratio* superiores são:

- o choque (OR=38,66; p=0,001);
- a doença cerebrovascular (OR=29,04; p=0,003);
- as infeções respiratórias (OR=9,51; p=0,010);
- o edema pulmonar (OR=6,55; p=0,028).

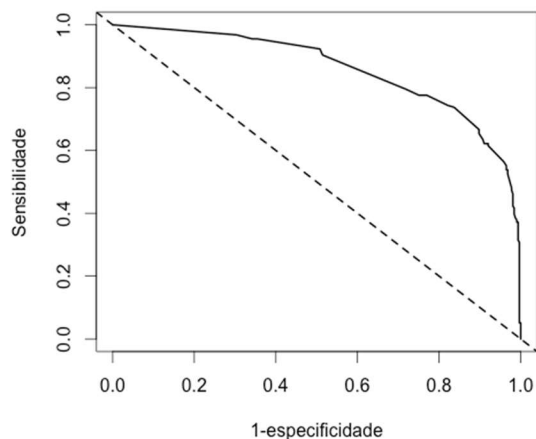
As restantes variáveis incluídas no modelo, por ordem decrescente do *odds ratio*, são:

- a pO2 (acima do normal) (OR=5,08; p=0,005);
- a classe de idade [69,100] (OR=3,51; p=0,000);
- a disritmia cardíaca (OR=2,85; p=0,025);
- os neutrófilos (acima do normal) (OR=2,14; p=0,005);
- o tempo de protrombina (acima do normal) (OR=1,79; p=0,044).

O modelo mostrou valores razoáveis de sensibilidade (78%) e de especificidade (77%) com um *cut-off* de 0,299, e uma excelente capacidade discriminatória (área sob a

curva ROC: 0,859) (Gráfico 5-2). O modelo apresenta também uma boa calibração com um teste de Hosmer & Lemeshow de *p-value* de 0,943.

Gráfico 5-2 - Área sob a curva ROC: DI \geq 7 dias incluindo falecidos (E1.1.2)



Com base nestes resultados em que se obteve uma boa performance do modelo, tendo-se obtido uma excelente discriminação, podemos então assumir o risco de DI elevada como *proxy* do doente com condições que levam a um maior tempo de internamento e que resulta da fórmula *logit* do modelo de fatores preditivos encontrado na Tabela 5-7.

5.2.1.2. Fatores preditivos de previsão de tempo de internamento por doente (E1.2)

Conforme referido anteriormente, para o estudo da previsão do tempo de internamento por doente recorreu-se a dois modelos: um que utiliza apenas os episódios com doentes com alta vivo (E1.2.1) e outro que utiliza todos os episódios em que os falecidos são consideradas observações censuradas (E1.2.2). Os resultados dos dois modelos serão apresentados de seguida.

Um total de 439 episódios para os doentes com alta vivo e um total de 469 episódios para todos os doentes dos anos de 2010 e 2011 foram incluídos no estudo da previsão do tempo de internamento em doentes com alta vivo e no estudo da previsão do tempo de internamento em todos os doentes, com base nos critérios definidos na metodologia. Obtiveram-se os valores a seguir apresentados: A Tabela 5-8 e a Tabela 5-9 contêm os resultados da frequência de doentes e demora média de cada variável administrativa e dados laboratoriais em estudo e a significância estatística (*p-value*), obtida através de análise simples.

A análise dos resultados de frequência de doentes nas variáveis administrativas e nas laboratoriais remete para a leitura do ponto 5.2.1.1.1 para os doentes com alta vivo e para o ponto 5.2.1.1.2 para o total de doentes.

Quanto às durações de internamento mais longas, registaram-se (em média de dias em doentes com alta vivo vs total população):

- Nos doentes do sexo feminino (6,4 vs 6,6);
- Com tratamento médico (7,2 vs 5,5);
- Com um tipo de EAM NSTEMI (6,3 vs 6,5);
- Que entraram em choque (19,2 vs 11,7);
- Com infeções respiratórias (16,4 vs 14,6).
- Nos resultados laboratoriais, com resultados abaixo do normal de BE (12,4 vs 10,3), HCO₃a (12,3 vs 10) e TCO₂ (11,6 vs 9,5). De referir que na troponina I são os doentes com resultados ≥ 8 que registam uma demora média ligeiramente superior (6,5 dias).

Na Tabela 5-8 e na Tabela 5-9 encontramos também os resultados das análises simples, onde todas as variáveis administrativas, com exceção do tipo de EAM, cancro

e diabetes sem complicações, apresentam significância estatística com $p\text{-value} < 0,25$, tendo sido incluídas como potenciais variáveis explicativas do tempo de internamento na análise múltipla na população EAM com alta vivo e total.

No grupo das variáveis de dados laboratoriais, aquelas que foram consideradas importantes para entrar no estudo ($p\text{-value} < 0,25$) são as seguintes: albumina; ALT; AST; BE; cálcio; CHGM; CK; cloro; creatinina; eosinófilos; eritrócitos; HCO₃a; hematócrito; hemoglobina; HGM; INR; LDH; linfócitos; magnésio; massa CKMB; MPV; neutrófilos; pO₂; potássio; proteína C-reativa; sO₂; TCO₂; tempo de cefalina; tempo de protrombina; troponina I e ureia, tendo sido incluídas como potenciais variáveis explicativas da duração de internamento.

Tabela 5-8 – Características da população EAM total e com alta vivo (E1.2.1 e E1.2.2) – dados administrativos

	Doentes com alta vivo			Total			p-value < 0,25 (*)
	Freq. (n)	Freq. (%)	DM (dias)	Freq. (n)	Freq. (%)	DM (dias)	
Total	439	100	6,1	469	100	6,1	
Idade	-	-	-	-	-	-	*
Sexo	-	-	-	-	-	-	*
Masculino	287	65,4	5,9	307	65,5	5,9	
Feminino	152	34,6	6,4	162	34,5	6,6	
Tipo de tratamento	-	-	-	-	-	-	*
Cirúrgico	313	71,3	5,6	328	69,9	7,6	
Médico	126	28,7	7,2	141	30,1	5,5	
Tipo de EAM	-	-	-	-	-	-	
STEMI anterior	104	23,7	5,8	111	23,7	5,7	
STEMI outro	102	23,2	5,9	110	23,5	5,7	
NSTEMI	233	53,1	6,3	248	52,9	6,5	
Doentes com comorbilidades	-	-	-	-	-	-	
Anemia	39	8,9	11,2	45	9,6	11,3	*
Cancro	9	2,1	7,2	11	2,3	6,2	
Choque	9	2,1	19,2	25	5,3	11,7	*
Diabetes com complicações	14	3,2	13,9	17	3,6	13,4	*
Diabetes sem complicações	109	24,8	6,5	117	24,9	6,4	
Disritmia cardíaca	29	6,6	7,9	33	7,0	8,3	*
Doença cerebrovascular	11	2,5	10,3	12	2,6	9,5	*
Doença Isquémica do coração	362	82,5	5,8	53	11,3	5,9	*
Doença renal aguda	44	10,0	10,8	52	11,1	10,6	*
Doença renal crónica	46	10,5	10,9	14	3,0	11,0	*
Edema Pulmonar	13	3,0	14,6	34	7,2	13,7	*
Infecções respiratórias	25	5,7	16,4	13	2,8	14,6	*
Insuficiência cardíaca congestiva	12	2,7	9,9	45	9,6	9,8	*

(a) Freq. Frequência; DM – Demora Média

Tabela 5-9 - Características da população EAM total e com alta vivo (E1.2.1 e E1.2.2) – dados laboratoriais

	Com alta vivo							Total					
	Resultados abaixo do normal			Resultados acima do normal			p-value < 0,25 (*)	Resultados abaixo do normal			Resultados acima do normal		
	Freq. (n)	Freq. (%)	DM (dias)	Freq. (n)	Freq. (%)	DM (dias)		Freq. (n)	Freq. (%)	DM (dias)	Freq. (n)	Freq. (%)	DM (dias)
Albumina	42	9,6	9,7	0	-	-	*	52	11,1	10,1	0	0,0	-
BE	23	5,2	12,4	25	5,7	9,2	*	35	7,5	10,3	26	5,5	9,8
Cálcio	42	9,6	8,5	1	0,2	6,0	*	52	11,1	8,1	1	0,2	6,0
CHGM	31	7,1	7,4	43	9,8	5,7	*	35	7,5	7,4	45	9,6	5,8
CK	7	1,6	9,7	245	55,8	6,2	*	7	1,5	9,7	263	56,1	6,2
CK-MB	0	-	-	278	63,3	6,2	*	0	0,0	-	297	63,3	6,2
Cloro	14	3,2	9,9	82	18,7	6,6	*	20	4,3	10,3	93	19,8	6,4
Creatinina	7	1,6	3,6	62	14,1	9,0	*	7	1,5	3,6	72	15,4	8,6
Eosinófilos	144	32,8	6,6	5	1,1	3,8	*	164	35,0	6,4	5	1,1	3,8
Eritrócitos	176	40,1	6,6	7	1,6	4,3	*	197	42,0	6,5	7	1,5	4,3
Glicose	2	0,5	11,5	195	44,4	5,9	*	2	0,4	11,5	208	44,3	6,0
HCO3a	23	5,2	12,3	34	7,7	9,2	*	34	7,2	10,0	38	8,1	9,9
Hematócrito	200	45,6	6,8	9	2,1	8,8	*	220	46,9	6,7	9	1,9	8,8
Hemoglobina	152	34,6	7,0	8	1,8	9,5	*	172	36,7	6,9	8	1,7	9,5
HGM	30	6,8	6,1	66	15,0	5,3	*	32	6,8	6,3	71	15,1	5,2
I.N.R.	0	-	-	43	9,8	8,7	*	0	0,0	-	60	12,8	7,8
LDH	2	0,5	4,0	137	31,2	6,9	*	2	0,4	4,0	151	32,2	6,9
Linfócitos	222	50,6	6,6	1	0,2	2,0	*	246	52,5	6,5	1	0,2	2,0
Magnésio	1	0,2	3,0	91	20,7	6,5	*	1	0,2	3,0	95	20,3	6,5
Massa CKMB	0	-	-	48	10,9	7,5	*	0	0,0	-	51	10,9	7,3
MPV	92	21,0	5,1	17	3,9	4,8	*	96	20,5	5,5	19	4,1	4,4
Neutrófilos	0	-	-	157	35,8	6,7	*	0	0,0	-	179	38,2	6,7
Plaquetas	20	4,6	5,9	20	4,6	5,0	*	26	5,5	5,4	24	5,1	6,8
pO2	42	9,6	10,4	23	5,2	11,1	*	50	10,7	10,2	31	6,6	10,4
Potássio	38	8,7	7,5	15	3,4	8,3	*	43	9,2	7,6	19	4,1	7,3
Proteína C reativa	0	-	-	215	49,0	6,4	*	0	0,0	-	231	49,3	6,7
RDW-CV	0	-	-	310	70,6	6,0	*	0	0,0	-	334	71,2	6,1
sO2	38	8,7	10,9	0	0,0	-	*	46	9,8	11,0	1	0,2	3,0
Sódio	89	20,3	6,5	5	1,1	11,0	*	99	21,1	6,3	5	1,1	11,0
TCO2	15	3,4	11,6	42	9,6	8,6	*	24	5,1	9,5	49	10,4	8,9
Tempo de cefalina	49	11,2	6,9	75	17,1	6,8	*	54	11,5	7,4	87	18,6	6,4
Tempo de protrombina	0	-	-	99	22,6	7,6	*	0	0,0	-	121	25,8	7,3
AST	0	-	-	238	54,2	6,4	*	0	0,0	-	262	55,9	6,3
ALT	10	2,3	6,4	115	26,2	6,6	*	11	2,3	6,1	133	28,4	6,4
Ureia	0	-	-	161	36,7	7,8	*	0	0,0	-	175	37,3	7,8
Níveis Troponina I ^(b)	252	57,4	5,8	187	42,6	6,5	*	270	57,6	5,93	199	42,4	6,44

(a) Freq. Frequência; DM – Demora Média; (b) Níveis de troponina < 8 na coluna “Resultados abaixo do normal” e >=8 na coluna “Resultados acima do normal”

Os resultados dos diversos modelos estudados com as variáveis relevantes para o estudo do tempo de internamento, estão apresentados na Tabela 5-10..

Analisando as variáveis constantes do tempo de internamento, verifica-se que se encontram presentes em todos os modelos a idade, o edema pulmonar, as infeções respiratórias, o pO₂ (abaixo normal) e a troponina I (≥ 8).

Destas variáveis preditoras, aquelas com maior relevância são o pO₂ (abaixo do normal), as infeções respiratórias, o edema pulmonar e a troponina I (≥ 8). Interessante analisar que o pO₂, ao contrário das restantes variáveis referidas com maior relevância, está presente não só em todos os modelos mas também nas três componentes do modelo Tobit V (E1.2.2.2), onde se ressalva:

- a sua maior importância na probabilidade de longa duração onde apresenta (para um coeficiente de 0,5959) um odds 1,81 vezes maior de ficar internado mais tempo do que os doentes que se apresentem com valores normais.
- um maior peso na longa duração onde o efeito é de 43% (IC95% 6 a 93) de aumento do tempo de internamento (exponencial do coeficiente 0,360) enquanto que na curta duração o efeito é de 23% (IC95% 1 a 50) (exponencial do coeficiente 0,2139).

Já na regressão quantílica (E1.2.1.3 e E1.2.2.3) esta variável tem um peso aproximadamente igual em todos os quantis.

Relativamente à troponina I (≥ 8) é também de destacar que apesar de estar presente em todos os modelos, percebe-se pelo modelo Tobit V (E1.2.2.2) que ela só é importante na curta duração, onde aumenta em 22% (IC95% 11 a 33) (exponencial do coeficiente 0,1983) o tempo de internamento quando esta variável toma valores superiores ou iguais a 8.

Quanto às comorbilidades referidas é de assinalar também que, apesar de ambas estarem presentes em todos os modelos, percebe-se pelo modelo Tobit V (E1.2.2.2) que ambas são importantes na longa duração com maior peso das infeções respiratórias. Esta última apresenta um risco de um OR de 4 vezes mais de probabilidade de longa duração do que doentes que não apresentem esta comorbilidade e de 83% de aumento do tempo de internamento na longa duração. Já na regressão quantílica (E1.2.1.3 e E1.2.2.3) este peso é maior no quantil 25.

Tabela 5-10 - Coeficientes e desvio padrão das variáveis dos modelos de previsão do tempo de internamento (E1.2.1 e E1.2.2)

	Tempo de internamento só vivos (E1.2.1)					Tempo de internamento vivos e falecidos (censurados) (E1.2.2)						
	BN (E1.2.1.1)	Gamma (E1.2.1.2)	Regressão quantílica (E1.2.1.3)			Tobit II (E1.2.2.1)	Tobit V (E1.2.2.2)			Regressão quantílica censurada (E1.2.2.3)		
			25%	50%	75%		Prob. longa duração	Curta duração	Longa duração	25%	50%	75%
Idade	0,0035 (0,0023)	0,0032 (0,0022)	0,0004 (0,0027)	0,0018 (0,0028)	0,0046 (0,0026)	0,0092 (0,0020) ***	0,6256 (a) (0,1381) ***	-	-	0,0012	0,0022	0,0050
Score longa duração	0,1325 (0,0190) ***	0,1514 (0,0219) ***	0,1093 (0,0385)	0,1599 (0,0382)	0,1834 (0,0307)	-	-	-	-	0,1065	0,1620	0,1902
Choque	0,2728 (0,1562)	0,2357 (0,2063)	0,3742 (0,3604)	0,4023 (0,3141)	0,1766 (0,2191)	0,7404 (0,1986) ***	2,5759 (0,5010) ***	-	-	0,5798	0,5520	0,2984
Disritmia cardíaca	-	-	-	-	-	0,2408 (0,0984) *	-	-	-	-	-	-
Diabetes com complicações	-	-	-	-	-	0,5589 (0,1440) ***	1,8799 (0,5056) ***	-	0,5585 (0,2073) **	-	-	-
Doença cerebrovascular	-	-	-	-	-	-	1,7484 (0,5842) **	-	-	-	-	-
Edema pulmonar	0,2505 (0,1203) *	0,2794 (0,1572)	0,2791 (0,3232)	0,1855 (0,2696)	0,3622 (0,3060)	0,5759 (0,1481) ***	-	-	0,3609 (0,1953)	0,0898	0,1767	0,3538
Infeções respiratórias	0,2294 (0,1115) *	0,2001 (0,1405)	0,3593 (0,1986)	0,1471 (0,2201)	0,0265 (0,2080)	0,5759 (0,1160) ***	1,3861 (0,3774) ***	-	0,6056 (0,1639) ***	0,3704	0,1359	0,1698
Massa CKMB (acima normal)	0,1180 (0,0782)	-	0,1444 (0,0998)	0,1531 (0,0973)	0,0510 (0,0809)	0,1667 (0,0787) *	-	-	-	-	-	-
Neutrófilos (acima normal)	-	-	-	-	-	0,0898 (0,0528)	-	-	-	-	-	-
pO2 (abaixo normal)	0,3014 (0,0767) ***	0,2501 (0,0900) **	0,2106 (0,1132)	0,2309 (0,1189)	0,1778 (0,1206)	0,3179 (0,0878) ***	0,5959 (0,2193) **	0,2139 (0,0975) *	0,360 (0,1451) *	0,2833	0,2223	0,2230
Tempo protrombina (acima normal)	-	-	-	-	-	-	0,4125 (0,1449) **	-	-	-	-	-
Troponina I (≥8)	0,1946 (0,0516) ***	0,1881 (0,0509) ***	0,1462 (0,0788)	0,1495 (0,0758)	0,1998 (0,0806)	0,1988 (0,0508) ***	-	0,1983 (0,0441) ***	-	0,1613	0,1475	0,2107

Níveis de significância: 0 ****; 0,001 ***; 0,01 **; 0,05 *.

Desvio padrão – entre parêntesis; (a) a idade neste modelo é significativa para o grupo ≥ 69 anos

Nota: Grupos de referência: Comorbilidades – não presente (0); dados laboratoriais – normal (0)

Ainda quanto à regressão quantílica podemos referir que as variáveis interessantes estão em linha com as dos modelos anteriores. Por exemplo, a mediana do tempo de internamento do grupo dos doentes que entra em choque tem um valor de cerca de 1,73 (exponencial do coeficiente 0,55 no modelo E1.2.2.3) dias maior do que o grupo (partindo do princípio que em todas as outras variáveis os grupos são semelhantes) dos que não entram em choque.

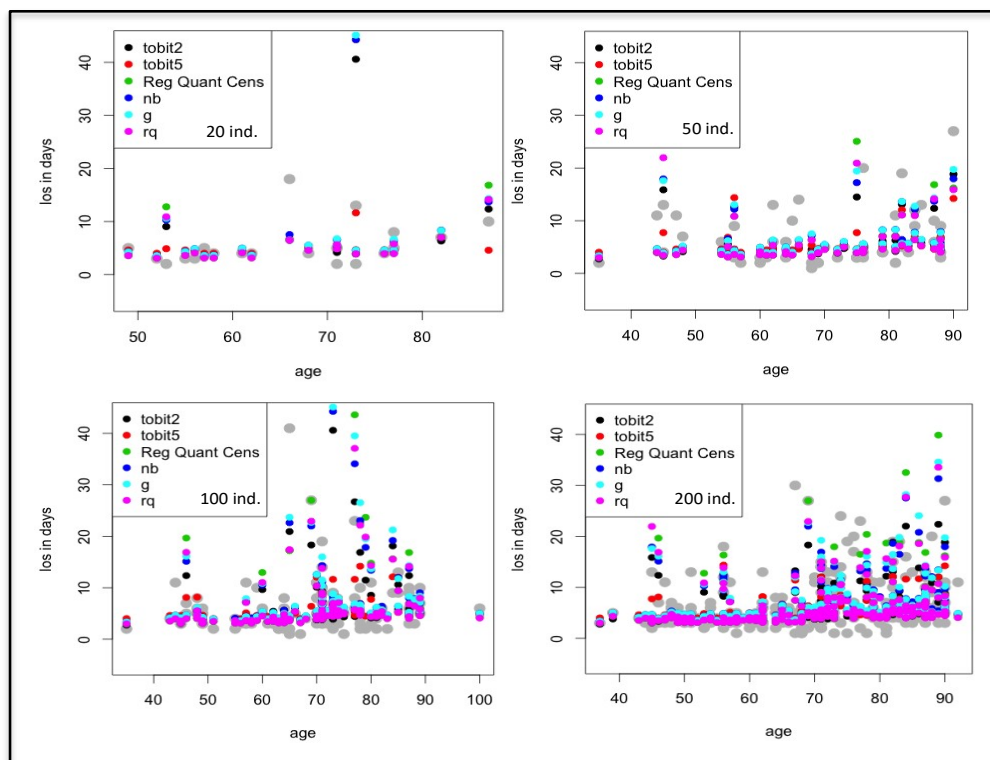
Para a avaliação do melhor modelo comparou-se a eficiência preditiva entre os seis modelos em análise com base em amostras de vinte, cinquenta, cem e duzentos indivíduos da amostra em estudo com repetição de 1000 vezes, obtendo-se os resultados constantes da Tabela 5-11 e Gráfico 5-3.

Verifica-se na análise que o modelo com melhor eficiência preditiva é o Tobit V com um erro de previsão médio de 4,3 dias, seguido do Tobit 2 com 4,4 dias, a binomial negativa com uma média de 4,7 dias, a gamma e regressão quantílica (50%) com 4,9 dias e por último a regressão quantílica censurada (50%) com 5,4 dias.

Tabela 5-11 - Comparação da eficiência preditiva entre os vários modelos (E1.2.2)

Modelos	Indivíduos				
	20	50	100	200	Média
BN (E1.2.1.1)	4,6	4,7	4,8	4,8	4,7
Gamma (E1.2.1.2)	4,8	4,8	5,0	5,0	4,9
Regressão quantílica (50%) (E1.2.1.3)	4,8	4,9	5,0	5,0	4,9
Tobit II (E1.2.2.1)	4,3	4,4	4,5	4,5	4,4
Tobit V (E1.2.2.2)	4,1	4,3	4,4	4,4	4,3
Regressão quantílica censurada (50%) (E1.2.2.3)	5,2	5,3	5,5	5,6	5,4

Gráfico 5-3 – Conjunto dos resultados da eficiência preditiva dos modelos de previsão de tempo de internamento para 20, 50, 100 e 200 indivíduos estratificado por idade (E1.2.2)



Nota: os pontos a cinzento são os valores observados

5.2.2. Fatores preditivos da probabilidade de morte (E2)

Um total de 469 episódios dos anos de 2010 e 2011 foram incluídos no estudo dos fatores preditivos da probabilidade de morte (E2), com base nos critérios definidos na metodologia.

A Tabela 5-12 e a Tabela 5-13 contêm os resultados da frequência e da percentagem de mortalidade de cada variável administrativa e dos dados laboratoriais em estudo, o respetivo risco de morte (*Odds ratio*) e a significância estatística (*p-value*).

A análise dos resultados de frequência de doentes nas variáveis administrativas e nas laboratoriais remete-se para a leitura do ponto 5.2.1.1.2.

Faleceram no hospital 30 doentes (6,4%), registando-se uma maior mortalidade nos doentes do sexo masculino (7,0%), que tiveram tratamento médico (11,9%), com outra localização de STEMI no tipo de EAM (7,8%) e que entraram em choque (64%). Com

efeito, os doentes que se apresentam com esta comorbilidade na admissão (5,3%) apresentam o maior risco de morte (OR=54,60; $p=0,000$), 55 vezes mais do que pessoas que não apresentem este sintoma.

Quanto aos dados laboratoriais, no total da população em estudo, a maioria dos doentes com EAM apresenta resultados anormais de troponina I (88,1% acima do normal) e de RDW-CV (71,2% acima do normal). Na mortalidade, a maior taxa regista-se em doentes com resultados anormais de TCO₂ (37,5%), no HCO₃a (32,4%) e no cloro (30%), todos abaixo dos valores normais. É no entanto nos doentes que se apresentam na admissão com valores acima do normal no INR e no tempo de protrombina (OR=12,04; $p=0,000$; OR=9,44; $p=0,000$) que se constata um risco de morte mais elevado, 12 e 9 vezes respetivamente, face a doentes que se apresentem com valores normais em cada uma destas duas análises.

Na Tabela 5-12 e na Tabela 5-13 encontramos os resultados da regressão logística simples, onde todas as variáveis administrativas, com exceção do sexo, tipo de EAM, insuficiência cardíaca, edema pulmonar, doença cerebrovascular e diabetes sem complicações, apresentam significância estatística com $p\text{-value} < 0,25$, tendo sido incluídas como potenciais variáveis explicativas do risco de morte.

No grupo das variáveis de dados laboratoriais aquelas que foram consideradas como potenciais variáveis explicativas do risco de morte apresentam ($p\text{-value} < 0,25$) são as seguintes: albumina; cálcio; cloro; creatinina; eosinófilos; eritrócitos; HCO₃a; hematócrito; hemoglobina; INR; LDH; linfócitos; neutrófilos; plaquetas; pO₂; potássio; sO₂; sódio; TCO₂; tempo de cefalina; tempo de protrombina; TGO; TGP e troponina I. As variáveis "RDW-CV" e "ureia", apesar de terem um $p\text{-value}=0,26$ e $p\text{-value}=0,276$ respetivamente, foram também consideradas devido à sua relevância clínica no EAM (Aronson et al., 2008; Ilhan et al., 2012; Kurniawan, Bahrin, Mangarengi, Er, & Arif, 2013; Huang et al., 2014).

Tabela 5-12 – Características da população EAM total (E2) – dados administrativos

	Freq. (n)	Freq. (%)	Mort. (%)	Regressão logística simples			
				OR ^a	IC 95% ^a	p-value	p-value < 0,25 (*)
Total	469	100	6,4				
Idade	-	-	-	1,06	1,03-1,10	0,00	*
Sexo	-	-	-	0,94	0,41-2,02	0,89	
Masculino	307	65,5	7,0				
Feminino	162	34,5	6,6				
Tipo de tratamento	-	-	-	2,48	1,17-5,27	0,02	*
Cirúrgico	328	69,9	4,8				
Médico	141	30,1	11,9				
Tipo de EAM	-	-	-	1,17	0,40-3,44	0,91	
STEMI anterior	111	23,7	6,7				
STEMI outro	110	23,5	7,8				
NSTEMI	248	52,9	6,4				
Doentes com comorbilidades							
Anemia	45	9,6	13,3	2,56	0,91-6,30	0,07	*
Cancro	11	2,3	18,2	3,41	0,50-14,05	0,18	*
Choque	25	5,3	64,0	54,60	21,18-151,07	0,00	*
Diabetes com complicações	17	3,6	17,6	3,37	0,75-11,12	0,10	*
Diabetes sem complicações	117	24,9	6,8	1,10	0,45-2,45	0,82	
Disritmia cardíaca	33	7,0	12,1	2,18	0,61-6,06	0,21	*
Doença cerebrovascular	12	2,6	8,3	1,34	0,07-7,27	0,79	
Doença Isquémica do coração	383	81,7	5,5	0,50	0,22-1,18	0,11	*
Doença renal aguda	53	11,3	17,0	3,85	1,59-8,70	0,00	*
Doença renal crónica	52	11,1	11,5	2,14	0,76-5,20	0,14	*
Edema Pulmonar	14	3,0	7,1	1,13	0,06-5,98	0,91	
Infeções respiratórias	34	7,2	26,5	7,10	2,84-16,78	0,00	*
Insuficiência cardíaca congestiva	13	2,8	7,7	1,23	0,07-6,56	0,85	

(^a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR; Freq. Frequência

Tabela 5-13 - Características da população EAM total (E2) – dados laboratoriais

	Resultados abaixo do normal			Resultados acima do normal			Regressão logística simples			
	Freq. (n)	Freq. (%)	Mort. (%)	Freq. (n)	Freq. (%)	Mort. (%)	OR ^a	IC 95% ^a	p-value	p-value < 0,28 (*)
Albumina	52	11,1	19,2	0	-	-	0,21	0,09-0,50	0,00	*
Cálcio	52	11,1	19,2	1	0,2	0,0	0,21	0,09-0,50	0,00	*
CHGM	35	7,5	11,4	45	9,6	4,4	0,51	0,18-1,81	0,46	
CK	7	1,5	0,0	263	56,1	6,8	-	-	0,59	
CK-MB	0	0,0	-	297	63,3	6,4	1,00	0,47-2,22	1,00	
Cloro	20	4,3	30,0	93	19,8	11,8	0,09	0,03-0,28	0,00	*
Creatinina	7	1,5	0,0	72	15,4	13,9	3,04	1,31-6,67	0,01	*
Eosinófilos	164	35,0	12,2	5	1,1	0,0	0,24	0,11-0,52	0,00	*
Eritrócitos	197	42,0	10,7	7	1,5	0,0	0,29	0,12-0,62	0,00	*
Glicose	2	0,4	0,0	208	44,3	6,3	0,96	0,45-2,01	0,91	
HCO3a	34	7,2	32,4	38	8,1	10,5	0,08	0,03-0,20	0,00	*
Hematócrito	220	46,9	9,1	9	1,9	0,0	0,42	0,18-0,90	0,02	*
Hemoglobina	172	36,7	11,6	8	1,7	0,0	0,26	0,12-0,57	0,00	*
HGM	32	6,8	6,3	71	15,1	7,0	1,01	0,28-6,46	0,97	
I.N.R.	0	0,0	-	60	12,8	28,3	12,04	5,51-27,00	0,00	*
LDH	2	0,4	0,0	151	32,2	9,3	1,93	0,90-4,07	0,09	*
Linfócitos	246	52,5	9,8	1	0,2	0,0	0,26	0,09-0,60	0,00	*
Magnésio	1	0,2	0,0	95	20,3	4,2	0,59	0,17-1,56	0,31	
Massa CKMB	0	0,0	-	51	10,9	5,9	0,91	0,21-2,69	0,87	
MPV	96	20,5	4,2	19	4,1	10,5	1,67	0,63-5,80	0,49	
Neutrófilos	0	0,0	-	179	38,2	12,3	4,94	2,23-12,10	0,00	*
Plaquetas	26	5,5	23,1	24	5,1	16,7	0,17	0,06-0,50	0,00	*
pO2	50	10,7	16,0	31	6,6	25,8	0,20	0,08-0,52	0,00	*
Potássio	43	9,2	11,6	19	4,1	21,1	0,41	0,16-1,30	0,03	*
Proteína C reativa	0	0,0	-	231	49,3	6,9	1,19	0,57-2,53	0,64	

	Resultados abaixo do normal			Resultados acima do normal			Regressão logística simples			
	Freq. (n)	Freq. (%)	Mort. (%)	Freq. (n)	Freq. (%)	Mort. (%)	OR ^a	IC 95% ^a	p-value	p-value < 0,28 (*)
RDW-CV	0	0,0	-	334	71,2	7,2	1,66	0,71-4,58	0,26	*
sO ₂	46	9,8	17,4	1	0,2	100	0,26	0,11-0,66	0,01	*
Sódio	99	21,1	10,1	5	1,1	0,0	0,51	0,23-1,17	0,11	*
TCO ₂	24	5,1	37,5	49	10,4	14,3	0,06	0,02-0,17	0,00	*
Tempo de cefalina	54	11,5	9,3	87	18,6	13,8	0,40	0,15-1,31	0,01	*
Tempo de protrombina	0	0,0	-	121	25,8	18,2	9,44	4,23-23,21	0,00	*
AST	0	0,0	-	262	55,9	9,2	3,38	1,44-9,26	0,00	*
ALT	11	2,3	9,1	133	28,4	13,5	0,35	0,06-6,71	0,00	*
Troponina I	0	0,0	-	413	88,1	5,8	0,51	0,21-1,44	0,19	*
Ureia	0	0,0	-	175	37,3	8,0	1,51	0,71-3,18	0,276	*

(^a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR; Freq. Frequência

Os resultados da **regressão logística múltipla** com as variáveis relevantes para o risco de morte são apresentados na Tabela 5-14.

As variáveis no risco de morte foram sendo ajustadas, retirando as que:

- não eram significativas (RDW-CV, doença isquémica do coração, linfócitos, INR);
- apresentavam OR < 1 (hematócrito, ureia, doença renal crónica) que não contribuem para o aumento do risco de morte.

Tabela 5-14 - Fatores preditivos do risco de morte (E2) – dados de treino

	OR ^(a)	IC 95% ^(a)	p-value	
Idade	1,07	1,01-1,13	0,023	*
Choque	86,91	19,36-612,23	0,000	***
Doença renal aguda	2,83	0,85-9,39	0,085	.
Cloro (abaixo normal)	7,60	1,31-42,18	0,020	*
Eritrócitos (abaixo normal)	5,26	1,31-29,78	0,033	*
TCO ₂ (abaixo normal)	13,40	3,49-56,15	0,000	***
TCO ₂ (acima normal)	3,35	0,85-12,89	0,076	.
Tempo de protrombina (acima normal)	8,41	2,69-31,37	0,001	***

Signif. Codes: 0 '***', 0,001 '**', 0,01 '*', 0,05 '.'

(^a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR

Nota: Grupos de referência: Comorbilidades – não presente (0); dados laboratoriais – normal (0)

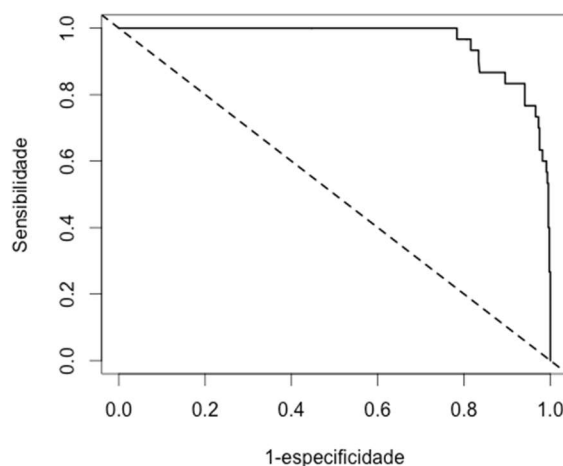
Conforme podemos observar, o choque é a variável preditora que apresenta o *odds ratio* de morte mais elevado (OR=86,91; p=0,000). Daqui resulta que os doentes que apresentem na admissão ao internamento esta comorbilidade, têm um risco 87 vezes maior de morte do que os doentes que não têm esta comorbilidade. A outra comorbilidade presente no modelo é a doença renal aguda (OR=2,83; p=0,085). É de destacar também uma variável com *odds ratio* elevado, a TCO₂ (abaixo normal)

(OR=13,40; $p=0,000$). As restantes variáveis incluídas no modelo, por ordem decrescente do *odds ratio*, são:

- o tempo de protrombina (acima do normal) (OR=8,41; $p=0,001$);
- o cloro (abaixo do normal) (OR=7,60; $p=0,020$);
- os eritrócitos (abaixo do normal) (OR=5,26; $p=0,033$);
- a TCO₂ (acima normal) (OR=3,35; $p=0,076$);
- a idade (OR=1,07; $p=0,023$).

O conjunto identificado de fatores preditivos do risco de morte mostrou bons valores de sensibilidade (87%) e de especificidade (90%) com um *cut-off* de 0,070, e uma excelente capacidade discriminatória (área sob a curva ROC: 0,962) (Gráfico 5-4), apresentando também uma razoável calibração com um teste de Hosmer & Lemeshow de *p-value* de 0,499.

Gráfico 5-4 - Área sob a curva ROC: falecido (E2)



5.2.3. Resumo de resultados

Nos resultados dos dois estudos foi possível encontrar os fatores preditivos que nesta população explicam cada um dos fenómenos, resumindo-se de seguida cada um deles:

- Fatores preditivos de duração de internamento:
 - Fatores preditivos de probabilidade de tempo de internamento prolongado
 - para as duas abordagens desenvolvidas: uma apenas com doentes com alta vivo e outra para todos os doentes, foram encontrados os mesmos

fatores preditivos, variando apenas o peso de cada um dos fatores nos modelos:

- a diabetes com complicações;
 - a doença cerebrovascular;
 - o choque;
 - as infeções respiratórias;
 - o edema pulmonar;
 - a pO₂ (acima do normal);
 - o grupo de idade [69,100];
 - a disritmia cardíaca;
 - os neutrófilos (acima do normal);
 - o tempo de protrombina (acima do normal).
-
- Fatores preditivos de previsão de tempo de internamento por doente – entre os diversos modelos desenvolvidos destacou-se com melhores resultados o modelo Tobit V, em que se apuraram os seguintes fatores preditivos nos seus três tipos:
 - Probabilidade de longa duração:
 - a idade;
 - o choque;
 - a diabetes com complicações;
 - a doença cerebrovascular;
 - as infeções respiratórias;
 - pO₂ (abaixo do normal);
 - tempo de protrombina (abaixo do normal).
 - Longa duração:
 - a diabetes com complicações;
 - o Edema pulmonar;
 - as infeções respiratórias;
 - a pO₂ (abaixo do normal).
 - Curta duração:
 - a pO₂ (abaixo do normal);
 - a troponina I (≥ 8).

- Fatores preditivos da probabilidade de morte – foram encontrados os seguintes fatores por ordem de importância no modelo:
 - o choque;
 - a doença renal aguda;
 - a TCO₂ (abaixo normal);
 - o tempo de protrombina (acima do normal);
 - o cloro (abaixo do normal);
 - os eritrócitos (abaixo do normal);
 - a TCO₂ (acima normal);
 - a idade.

5.3. Discussão

A discussão é seguidamente abordada a dois níveis: metodológico e de resultados. Na primeira reflete-se sobre as escolhas na definição da metodologia que poderão ter impacto sobre os resultados obtidos. Na segunda abordam-se os resultados obtidos face ao estado da arte no estudo dos fatores preditivos na duração de internamento e na mortalidade, bem como consequências e implicações futuras no conjunto das duas abordagens.

5.3.1. Discussão metodológica

A discussão metodológica será abordada por partes tendo em conta a estrutura seguida na metodologia.

1. Fonte de dados

As bases de dados utilizadas nesta investigação, de dados laboratoriais e dados administrativos, apresentavam a maioria dos dados necessários para esta investigação. No entanto, foram detetados alguns problemas, nomeadamente na base de dados de dados laboratoriais, alguns dos quais já identificados também por outros autores (Tu et al., 2001; Asadollahi et al., 2011; Tanuja et al., 2011):

- Alguns valores dos resultados tanto podiam ser números como observações escritas, o que impedia uma leitura direta do resultado tendo exigido a intervenção de um patologista.
- Nos valores de referência das análises existiam diferenças para uma mesma análise, devido à falta de calibração igual para todos os equipamentos, levando à escolha das análises efectuadas no laboratório de urgência.
- Foi necessário, antes da análise subsequente, um trabalho intenso de validação e preparação da base de dados. Conforme referido por Tu e outros (2001), o tempo e o custo significativo associados à recolha de dados clínicos impossibilita muitas vezes a sua aplicação em modelos preditivos. Embora o estudo referido seja de 2001, é interessante notar que a ausência de regras para a construção de ficheiros de dados e respetivo registo, que deveria estar implícito para todos os fornecedores de sistemas de informação da saúde, continua a ser uma realidade dos hospitais portugueses. Esta questão leva-nos

a uma outra, a exigir atenção no futuro imediato, sobre a capacidade dos atuais sistemas de informação fornecerem dados com qualidade, quer para investigação, quer para futuros sistemas de suporte à decisão.

Também nos dados administrativos se colocam problemas de codificação dos diagnósticos e das comorbilidades. Adicionalmente, apesar de ser importante saber se a condição (em particular as comorbilidades) do doente está presente ou não na admissão, esta informação é usualmente desconhecida, representando uma limitação forte nesta investigação (Novack et al., 2010). De notar que desde 2013 já é possível fazer este registo na base de dados - dependendo sempre do codificador - sendo de considerar em futuros trabalhos a inclusão desta informação.

2. População em estudo

Nesta secção são abordadas a seleção do período, o hospital e ainda as condições particulares da seleção dos episódios.

Seleção do período

O período escolhido para o estudo (2010 e 2011) baseou-se na disponibilidade dos dados mais recentes à data. Teria sido interessante estudar um maior volume de dados o que implicava selecionar mais anos. No entanto, devido às limitações da base de dados laboratorial e à necessidade de homogeneidade dos registos, optou-se por limitar o período de análise a dois anos.

Quanto ao volume de episódios encontram-se na literatura, em estudos similares, tanto amostras de dimensões superiores como inferiores ao número utilizado (Wright et al., 2003; Sanchis et al., 2015; Thang et al., 2015).

Seleção do hospital

A escolha do hospital, numa primeira fase, teve em conta alguns fatores essenciais para a investigação:

- o conhecimento da instituição por parte da investigadora;
- ser um ambiente controlado numa população hospitalar de menor dimensão - o hospital em estudo tem cerca de 400 camas;

- trata-se de um hospital médico-cirúrgico com “via verde coronária” 24h por dia - condição necessária para esta investigação sobre o EAM.

Este enquadramento permitiu controlar, por exemplo, os valores de referência dos dados laboratoriais. Se tivessem sido introduzidos mais hospitais ter-se-ia criado uma situação difícil, mas não impossível, de controlar à partida (Novack et al., 2010). Como será referido adiante, seria interessante validar os algoritmos encontrados em hospitais com outras características.

Condições particulares da seleção dos episódios em estudo

Na população em estudo optou-se por efetuar a análise sem os **doentes transferidos** de, e para, outro hospital. Esta opção metodológica apoia-se no facto de podermos estar a introduzir um viés na modelação de dados de doentes que não tiveram um tratamento integral no hospital. Hakkinen e outros (2014) optaram por retirar transferências com um dia de estadia no hospital.

Optou-se também por incluir os episódios com **zero dias** de internamento, embora esta seja uma opção controversa na literatura. Existem estudos que optam por incluir estes episódios (Häkkinen et al., 2014) e outros não, por considerarem tratamentos efetuados em ambulatório ou hospital de dia. Neste caso, ao restringir a análise ao EAM, e com o objetivo de análise da duração de internamento e mortalidade, pensámos que estes episódios não deviam ser descurados da análise.

3. Particularidades das variáveis explicativas

Para além do já mencionado no capítulo 4.3.1 no que respeita às **comorbilidades**, e que se aplica também ao modelos preditivos, reforça-se que, apesar de não se conseguir distinguir quais as que estão presentes na admissão (com exceção das crónicas), se partiu deste pressuposto. O estudo de Bertomeu e outros partiu também desta limitação (Bertomeu et al., 2013). Refira-se também que a validação dos códigos ICD-9-CM foi efetuada com recurso a um médico cardiologista codificador do hospital em estudo.

Quanto aos **valores omissos dos dados laboratoriais** partiu-se da assunção que um valor omissos é um valor normal, tomando por isso o valor de referência da análise,

opção suportada em diversos estudos (Escobar et al., 2008; Tanuja et al., 2011). Existem no entanto outras abordagens aos valores omissos que poderiam ter sido tidas em conta, nomeadamente métodos de imputação múltipla (Van Houdenhoven et al., 2007) , análise de dados omissos (Mazzeffi, Zivot, Buchman, & Halkos, 2014) ou a média dos valores existentes (Chin et al., 2011), entre outros (Hammill et al., 2011; Shams et al., 2015) mas não isentos também de problemas (Knol et al., 2010).

Outra das limitações neste estudo foi a não inclusão de **sinais vitais**, por falta de registo nos sistemas de informação à data da recolha dos dados. Embora existam estudos que potenciam o valor dos sinais vitais em sistemas preditivos (Fox et al., 2006; Leandro, 2014), outros há que não lhes encontraram grande poder preditivo. Pine e outros encontraram pouca melhoria nos seus resultados pela inclusão de outras variáveis clínicas como os sinais vitais (Pine, Jordan, Elixhauser, & Warner, 2007). Os sinais vitais incluem a pulsação, a frequência respiratória, a temperatura e a pressão arterial. Podem ser observados, medidos e controlados para avaliar o nível de funcionalidade física de um indivíduo (Vorvick, 2015).

A importância dos sinais vitais na deteção precoce de problemas no doente pode ser encontrada em diversos sistemas de predição do risco do doente. Como exemplos, o preditor de risco de morte GRACE para o EAM inclui sinais vitais no seu cálculo (Fox et al., 2006) e também um estudo de Leandro (2014) que adapta à realidade portuguesa um Sistema de Pontuação de Alerta Precoce.

4. Análise dos dados

Seleção das técnicas estatísticas utilizadas

Como já foi referido, nos três estudos em investigação, foram utilizadas as seguintes metodologias:

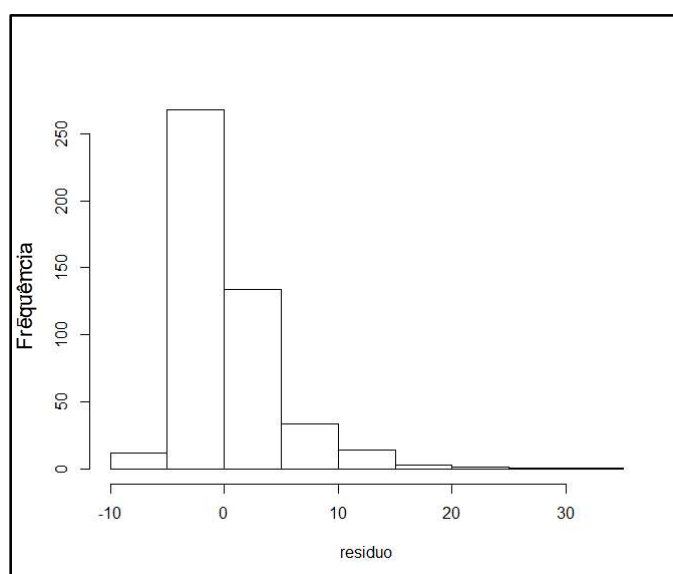
- Regressão logística nos estudos de tempo de internamento prolongado e probabilidade de morte.
- Modelos lineares generalizados (binomial negativa e gamma), regressão quantílica, modelos Tobit II e V e regressão quantílica censurada no estudo do tempo de internamento individual do doente.

A escolha da regressão logística para o estudo do tempo de internamento prolongado e para a mortalidade teve por base o facto de ser amplamente aplicada em medicina e em particular em previsão de resposta binária (Fox et al., 2006; Asadollahi et al., 2011; Bottle et al., 2012; Toerper et al., 2015). Poder-se-ia no entanto, ter desenvolvido outras técnicas, já referidas no capítulo 2.3.4, como as árvores de decisão ou as redes neuronais mas esta é, na verdade, a mais aplicada e a de mais fácil implementação.

Para o estudo do tempo de internamento individual do doente a variável de duração de internamento apresentava assimetria da distribuição associada aos dados (Gráfico 5-5). Por esta razão, escolheram-se modelos que se apliquem a este tipo de dados - os modelos lineares generalizados (mais usuais) (Aas et al., 2012; Carter & Potts, 2014), a regressão quantílica e os modelos Tobit, mais inovadores, ou pelo menos, aqueles em que literatura é escassa assumindo-se neste caso como uma inovação do conhecimento a este nível. A este respeito, refira-se um estudo recente de Lu e outros que efetuaram uma revisão de literatura a metodologias para previsão da duração de internamento, chegando à conclusão que são limitadas tanto em termos de preditores como em poder preditivo. Para melhoria da performance destes modelos aconselham a inclusão de mais variáveis clínicas e adoção de técnicas estatísticas mais apropriadas à duração de internamento (Lu et al., 2015).

Estas metodologias permitiram também modelar os dados apenas com doentes vivos e com doentes vivos e falecidos como dados censurados, obtendo-se melhores resultados com a inclusão destes.

Gráfico 5-5 - Assimetria dos dados de duração de internamento



5. Validação dos modelos

Relativamente à validação dos modelos é de destacar na análise da eficiência dos modelos preditivos do tempo de internamento, a utilização da raiz quadrada da média do erro quadrático em vez da utilização da média do erro absoluto - é mais apropriado quando o erro é gaussiano ou aproximadamente gaussiano (Chai & Draxler, 2014). Neste caso, apesar do erro não ser, na generalidade, gaussiano, optámos por esta medida para ser possível comparar a medida com a dos modelos onde logaritimizámos o dia de internamento levando a variável resposta a ter um comportamento aproximadamente gaussiano.

5.3.2. Discussão de resultados

Em linha com a sequência introduzida na metodologia, os resultados são apresentados por cada um dos estudos dos fatores preditivos na duração de internamento e na mortalidade. Num último ponto de considerações globais são discutidas questões comuns aos modelos desenvolvidos nestes dois estudos.

5.3.2.1. Fatores preditivos de duração de internamento

Como as duas abordagens ao estudo da duração de internamento são distintas a sua discussão será também diferenciada. Contudo, sempre que se verificarem pontos em comum os mesmos serão referidos apenas na primeira abordagem.

5.3.2.1.1. Fatores preditivos de probabilidade de tempo de internamento prolongado

Com base no estudo realizado pode afirmar-se que doentes com diagnóstico de EAM têm um risco aumentado de terem uma duração de internamento prolongada quando apresentem na sua admissão:

- algumas das comorbilidades (diabetes com complicações, choque, doença cerebrovascular, infeções respiratórias, edema pulmonar ou disritmia cardíaca);
- valores de pO₂ anormais;
- idade igual ou superior a 69 anos;
- valores de neutrófilos acima do normal;
- valores de tempo de protrombina acima do normal.

Esta constatação verificou-se tanto no estudo dos fatores preditivos em doentes com alta vivo como no estudo dos fatores preditivos em doentes com alta vivo e falecidos. De realçar neste último, o aumento com significância dos *odds ratio* das variáveis explicativas, em particular, da diabetes com complicações, choque e doença cerebrovascular.

Estes resultados são consistentes com outros estudos que referem estas variáveis como preditoras de maior risco. No que respeita às comorbilidades, a presença da diabetes (em particular) e a idade avançada são indicadas em diversos estudos como

preditoras de maior utilização de recursos nos doentes com EAM (Saczynski et al., 2010; Lopez-de-Andres et al., 2014; Stargardt et al., 2014; Tisminetzky et al., 2015).

Outros estudos também indicam que doentes com idades mais jovens, homens e sem complicações, tendem a ficar menos tempo no hospital (Saczynski et al., 2010). Segundo as *guidelines* para o tratamento do EAM, os doentes de baixo risco e que tiveram como tratamento a angioplastia primária poderão ter alta no terceiro dia (Hamm et al., 2011; Steg et al., 2012).

Quanto aos dados laboratoriais, é referido por Takahashi e outros (2007) que valores elevados de neutrófilos na admissão em doentes com EAM estão associados a eventos clínicos adversos como reperfusão microvascular deficiente e pobre recuperação funcional após a angioplastia coronária primária em doentes com STEMI; factos corroborados por Sezer e outros (2007), trabalho citado por Takahashi e outros (2007). Citam também Kirtane e outros (2004) que associaram igualmente estes eventos clínicos adversos a tratamentos com fibrinólise. Justifica-se assim que a evidência de valores elevados de neutrófilos na admissão é um preditor associado a eventos adversos no doente, podendo levar a durações mais prolongadas de estadia no hospital.

O tempo de protrombina mede a coagulação e a tendência de coagulação e de hemorragias (Khan, Alhomida, Rammah, Sobki, & Ola, 2013) sendo apontado por Khan e outros que valores anormais aumentam o risco de piores resultados.

Quanto à variável pO₂, que representa a quantidade de oxigénio dissolvido no sangue, Moradkhan e Sinoway referem que valores elevados de pO₂ podem potencialmente levar a piores resultados (Moradkhan & Sinoway, 2010), facto corroborado por um estudo recente de Stub e outros que testemunharam que o oxigénio, quando administrado num doente com um EAM não complicado, conduziu a um aumento da lesão do miocárdio (Stub et al., 2015). Esta é uma descoberta interessante porque pode estar relacionada com medidas terapêuticas, em particular no serviço de urgência, antes da admissão do doente ao internamento, verificando-se em doentes com valores elevados de pO₂ um aumento de risco de internamento prolongado no estudo dos doentes com alta vivo 4,5 vezes superior e, no estudo dos doentes com alta vivo e falecido, de 5,08 vezes superior ao observado em doentes com valores normais.

Ambos os fatores preditivos encontrados na previsão de tempos de internamento prolongados conseguem bons resultados em termos de validação, com superioridade no estudo que inclui doentes com alta vivo e com censurados por falecimento. No entanto, potenciais limitações em relação ao número de episódios em estudo foram tidas em consideração, tendo sido validado o modelo numa população diferente (doentes saídos com diagnóstico de EAM no primeiro semestre de 2014), conforme Tabela 5-15.

Tabela 5-15 - Medidas de validação dos resultados dos fatores preditivos de risco de internamento prolongado nos dados de treino, nos dados de validação e nos dados conjuntos

Medidas validação	Fatores preditivos em doentes com alta vivo			Fatores preditivos em doentes com alta vivo e falecido		
	Dados treino 10/11	Dados validação 14	Dados conjuntos 10/11/14	Dados treino 10/11	Dados validação 14	Dados conjuntos 10/11/14
Cut-off	0,24	0,20	0,24	0,299	0,206	0,298
Sensibilidade	72%	71%	75%	78%	70%	76%
Especificidade	75%	76%	76%	77%	79%	77%
Área sob Curva ROC	0,828	0,807	0,849	0,859	0,828	0,851
Hosmer & Lemeshow Test	0,995	-	0,764	0,943	-	0,843

Para os dados de validação de 2014 da Tabela 5-15, houve, igualmente, bons resultados, especialmente no estudo que inclui doentes com alta vivo e falecidos - mantém uma excelente discriminação (0,828), com uma taxa de acerto global de 76%.

Houve consistência dos coeficientes, quando se juntou os dados de 2014 aos de 2010 e 2011, apesar de uma ligeira diminuição na qualidade das medidas de validação, face aos dados de treino, nos dois estudos (sem, e com, falecidos) (Tabela 5-15).

O modelo com os dados conjuntos (Tabela 5-16) - e apenas para o estudo que inclui falecidos na análise - mostrou superioridade na validação dos resultados; todos os OR se mantêm dentro do IC95% do modelo dos dados de treino, aumentando o nível de significância da diabetes com complicações, edema pulmonar e infeções respiratórias (p -value=0,000; p -value=0,001; p -value=0,000). De referir que as estimativas dos OR das comorbilidades aumentaram, continuando a diabetes a apresentar um maior valor (OR=46,03), diminuindo, no entanto, em todas as outras variáveis, com exceção do tempo de protrombina (estimativa de OR=1,89).

Tabela 5-16 - Variáveis do modelo preditivo DI \geq 7 dias ou falecido (E1.2) - dados de treino e dados conjuntos

	Dados de treino				Dados conjuntos		
	OR ^(a)	IC 95% ^(a)	p-value		OR ^(a)	p-value	
Classe de Idade [69,100]	3,51	2,05-6,15	0,000	***	2,94	0,000	***
Choque	38,66	6,58-745,35	0,001	***	40,36	0,001	***
Diabetes com complicações	40,26	6,17-801,12	0,001	**	46,03	0,000	***
Disritmia cardíaca	2,85	1,12-7,08	0,025	*	2,48	0,023	*
Doença cerebrovascular	29,04	4,57-574,6	0,003	**	33,43	0,001	**
Edema pulmonar	6,55	1,4-47,15	0,028	*	8,04	0,001	**
Infeções respiratórias	9,51	2,31-66,78	0,006	**	9,11	0,000	***
Neutrófilos (acima normal)	2,14	1,27-3,62	0,005	**	2,07	0,002	**
pO2 (abaixo normal)	2,08	0,93-4,6	0,070	.	1,86	0,084	.
pO2 (acima normal)	5,08	1,69-16,54	0,005	**	3,81	0,009	**
Tempo de protrombina (acima normal)	1,79	1,01-3,15	0,044	*	1,89	0,014	*

Signif. Codes: 0 '***', 0,001 '**', 0,01 '*', 0,05 '.'

^(a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR

Nota: Grupos de referência: Comorbilidades – não presente (0); dados laboratoriais – normal (0)

Com base nestes resultados pode concluir-se que o conjunto de variáveis e coeficientes encontrados é estável nesta amostra, tendo-se obtido uma excelente discriminação nos dados de treino e nos dados conjuntos, com superioridade no estudo que inclui os falecidos na análise.

5.3.2.1.2. Fatores preditivos de previsão de tempo de internamento

Este estudo traz uma nova dimensão de análise à previsão do tempo de internamento individual por doente, nomeadamente no EAM. Tal como foi referido no enquadramento teórico, não foram encontrados para o EAM estudos de tempo de internamento por doente. Para além do EAM a análise efetuada através da exploração de diversas ferramentas inovadoras neste domínio traz robustez à investigação e uma perspetiva diferente na abordagem ao estudo do tempo de internamento, fator determinante para um melhor planeamento dos recursos (Carter & Potts, 2014; Barnes et al., 2015; Toerper et al., 2015).

Das diferentes análises efetuadas e, em resultado da sua comparação, uma delas destacou-se como a melhor em termos de previsão e é sobre os resultados deste modelo, Tobit V, que se irá centrar esta discussão.

Com base nas três componentes que constituem este modelo, foram encontrados os seguintes fatores que, quando presentes na admissão de um doente com EAM, aumentam o tempo de internamento:

- Probabilidade de longa duração: comorbilidades (choque, diabetes com complicações, doença cerebrovascular e infeções respiratórias), doente com idade ≥ 69 anos, valores anormais de pO₂ (abaixo do normal) e valores anormais de tempo de protrombina.
- Tempo de internamento condicionado à longa duração - fatores que aumentam o tempo de internamento em doentes de longa duração (≥ 7 dias): comorbilidades (diabetes com complicações, infeções respiratórias e edema pulmonar) e valores anormais de pO₂ (abaixo do normal).
- Tempo de internamento condicionado à curta duração – fatores que aumentam o tempo de internamento em doentes de curta duração (< 7 dias): valores anormais de pO₂ (abaixo do normal) e valores anormais de troponina I (≥ 8).

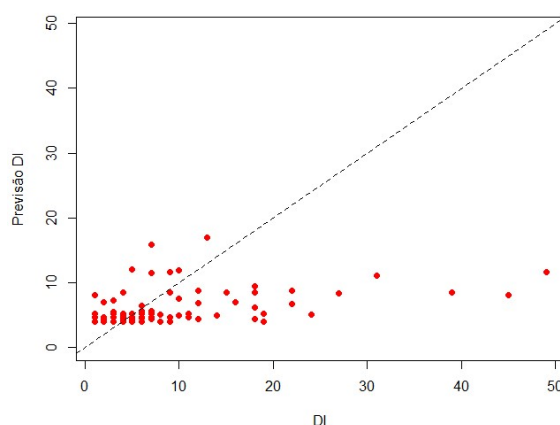
Face ao estudo anterior da probabilidade de tempo de internamento prolongado podemos constatar a inclusão de uma nova variável, o valor da troponina I (≥ 8). Interessante referir que esta variável aumenta o tempo de internamento nos doentes de curta duração. A troponina I é referida como um dos marcadores mais importantes para detetar lesões no miocárdio e também a mais estudada (Hamm et al., 2011; Martin, Fernández, & Gómez, 2015). Segundo Hamm e outros, qualquer elevação de troponina está associada a um prognóstico adverso, devendo contudo ser sempre avaliada com outros indicadores (Hamm et al., 2011).

Conforme descrito nos resultados, o modelo com melhor eficiência preditiva (Tobit V) apresentou um erro médio (raiz quadrada do erro quadrático médio) de 4,3 dias, o que, globalmente, se considera um excelente resultado e está consistente com a literatura. Num estudo de Carter e Potts são apresentados modelos de previsão de duração de internamento em doentes para substituição total do joelho aplicando técnicas de MLG (binomial negativa e poisson) só para doentes com alta vivo e com dados administrativos num total de 2.130 episódios obtendo uma diferença de cinco dias no tempo de internamento (Carter & Potts, 2014). Se compararmos com os resultados deste estudo é possível observar um melhor poder preditivo do modelo Tobit V que, recorde-se, inclui não só variáveis administrativas como variáveis clínicas e inclui no seu algoritmo os doentes falecidos, tratando-os como dados censurados.

Se compararmos com a binomial negativa observa-se também um melhor resultado do que o referido em Carter e Potts (2014).

A validação deste conjunto de fatores preditivos do tempo de internamento na amostra de 2014, com 129 episódios, apresentou uma média de erro de 7,4 dias. Uma sobrestimativa de mais 3 dias face aos dados de treino. Os resultados na base de dados de teste não são satisfatórios porque o número de doentes com dias de internamento acima dos 15-20 dias é significativo (Gráfico 5-6) e o modelo não tem “informação” sobre esse problema. No estudo de Carter e Potts (2014) também se verificou uma degradação do poder preditivo de dias de internamento nos dados de teste.

Gráfico 5-6 – DI previstos vs número de doentes



5.3.2.2. Fatores preditivos da probabilidade de morte

Os doentes com diagnóstico de EAM apresentam um risco aumentado de morte no hospital quando apresentem na sua admissão:

- comorbilidades (choque ou doença renal aguda);
- valores anormais de TCO₂;
- valores de tempo de protrombina acima do normal;
- valores de cloro abaixo do normal;
- valores de eritrócitos abaixo do normal;
- idade avançada.

É interessante referir que, ao contrário de outros estudos em que foi encontrado o sexo feminino como um fator de risco aumentado de morte (Crea et al., 2015; Paulus et al., 2015), nesta investigação, não foram encontradas diferenças no género.

Os fatores de risco identificados são consistentes com a literatura. Num estudo de Chin e outros foi encontrada a idade como um importante preditor de mortalidade com um risco de aproximadamente 1,3 vezes maior por cada cinco anos (Chin et al., 2011), justificado por Andrade e outros (2011), citando Moscucci e outros (2003) e que a idade avançada é um fator que pode levar a um maior risco de hemorragia devido ao aumento do número de lesões nos vasos cardíacos.

O mesmo autor, citando Moscucci e outros (2003), refere ainda que os doentes com doença renal são mais susceptíveis de falecimento devido a um excesso de dosagem de fármacos antitrombóticos a que estão sujeitos (Andrade et al., 2011). Outros autores corroboram esta comorbilidade associada a maior risco de mortalidade no EAM. Liao e outros estudaram retrospectivamente a relação entre a doença renal aguda e o AMI, chegando à conclusão que os doentes com doença renal aguda tinham um risco mais elevado de mortalidade durante o episódio de internamento com um OR de 8,11 (95% IC 4,02-16,39; $p < 0,001$) relativamente aos que não apresentaram esta doença (Liao et al., 2014).

No entanto, é nos doentes que se apresentam com choque (com uma incidência de 5,3% na nossa amostra), que se regista a maior prevalência por morte no EAM (64% na nossa amostra) sendo o fator preditivo com o maior risco de morte. Os resultados obtidos são corroborados pela literatura (Dores et al., 2013; Thiele et al., 2015).

Dores e outros (2013), citando Webb e outros (2000) e Babaev e outros (2005) referem que a incidência desta comorbilidade associada ao EAM é de cerca de 5 a 8%, dos quais:

- aproximadamente um terço é diagnosticado na admissão hospitalar;
- cerca de 50% têm morte intra hospitalar.

No seu estudo, respeitante a dois grupos de doentes admitidos em hospitais portugueses, os autores encontraram uma incidência de, respetivamente, 3,7 e 4,8% desta comorbilidade a que corresponde 28 e 33,3% de mortalidade hospitalar associada a 683 e 875 doentes em estudo (Dores et al., 2013).

Noutros estudos, em doentes com EAM, o choque foi identificado como fator de risco de morte na admissão. Por exemplo, num estudo de Chin e outros (2011) os doentes admitidos com choque representam um dos fatores com maior peso no risco de morte (OR=8,42, IC95% 7,29-9,74), a par da idade conforme já referido anteriormente. Este

facto foi corroborado também por Bertomeu e outros (2013) em que o choque representou um OR=21,35; 19,62-23,23.

No entanto, este resultado tem de ser visto com precaução. O choque pode ser interpretado como um evento perto da morte e, ao inclui-lo, consideramos uma variável que obviamente melhora a capacidade preditiva do modelo (Iezzoni, Ash, Schwartz, Landon, & Mackiernan, 1998).

Quanto aos dados laboratoriais, vários estudos incluíram-nos também como fatores de risco de morte na admissão (Turner et al., 2008; Chin et al., 2011; Sayehmiri, 2012). A TCO₂^o, calculada a partir da pCO₂ e dos bicarbonatos (HCO₃⁻), corresponde à taxa de dióxido de carbono total no sangue; esta, para os preditores de risco nos dados laboratoriais, encontra-se entre os mais importantes, principalmente quando se considera a dicotomia “valor normal” vs “valor abaixo do normal”.

Apesar de não se ter encontrado literatura suporte a este resultado para o EAM, a TCO₂ apresenta-se como um indicador a valorizar e analisar mais detalhadamente em futuros estudos. É de assinalar que, como variável independente, se encontrou na literatura referencia às análises que constituem a TCO₂:

- Num estudo de Asiimwe e outros foi encontrada a pCO₂ como fator preditivo do risco de morte hospitalar na doença pulmonar obstrutiva crónica (Asiimwe et al., 2011);
- Num estudo de Gandhi e Akholkar encontraram maior mortalidade associada a doentes HCO₃ abaixo do normal (Gandhi & Akholkar, 2015). É possível também observar num estudo de Miettinen e outros uma relação entre a pCO₂ e o HCO₃ (Miettinen et al., 2012).

Interpretando este resultado, os dois extremos podem denotar doença grave subjacente: um valor aumentado pode significar que o doente não está a ventilar bem (ex: doentes com doença pulmonar ou doentes com paragem respiratória) (Asiimwe et al., 2011) enquanto que num valor diminuído o doente pode estar a respirar muito rapidamente para tentar compensar excessos de ácidos em circulação.

^o TCO₂ = 0,23 x pCO₂ + HCO₃⁻ - manual de referência do equipamento laboratorial do CHS (ABL90 FLEX)

Valores baixos de cloro são fator preditor de morte neste estudo. No entanto a evidência disponível é escassa e com resultados em alguns casos contraditórios, noutros estudos é considerado como uma variável importante mas sem poder preditivo (Mudaraddi, Kulkarni, Trivedi, Patil, & Kamble, 2015; Patel et al., 2016).

No que respeita aos eritrócitos, é referido por Kul e outros que, particularmente nos homens, o EAM mais grave está associado, entre outras variáveis, a valores baixos de contagem de glóbulos vermelhos (Kul, Ozdemir, Helvaci, Bulut, & Dursun, 2014). Por outro lado num estudo de Deepthi e outros, encontrou-se uma maior concentração de eritrócitos em doentes com EAM do que no grupo de controlo (Deepthi, Narasimha, Kumar, & Kumar, 2014).

O tempo de protrombina é apontado também por Pine e outros (2007) como um dos fatores de risco de mortalidade em doentes com EAM, devido ao risco de hemorragia em doentes com terapia anticoagulante (Khan et al., 2013).

Ao contrário dos dois *scores* de risco de morte por EAM mais utilizados, GRACE e TIMI, o risco de morte desenvolvido nesta investigação utilizou na sua construção variáveis de dados laboratoriais de rotina. Turner e outros (2008) recomendaram, na revisão de literatura sobre o uso de dados laboratoriais para prognóstico de doentes em síndromes coronárias agudas, que fossem efetuados mais estudos com a utilização deste tipo de dados na predição do risco de morte, dado o seu poder preditivo e elevada disponibilidade. Em linha também com o *score* de risco GRACE, que foi desenvolvido com base em população não selecionada, o que inclui todo o tipo de doentes (Fox et al., 2006). No entanto, dada a evolução das técnicas de tratamento, é sugerida a atualização destes *scores* constantes das *guidelines* na prática clínica (Bawamia et al., 2013), sendo este estudo um contributo nesse sentido.

Quando comparados com outros *scores* de risco de morte, o modelo construído nesta investigação conseguiu bons resultados com um poder discriminatório de (ROC Curve) 0,97, valor superior a outros modelos, nomeadamente o Grace Model que obteve um poder discriminatório de 0,82 para a morte no hospital por EAM (Fox et al., 2006) e o AR-G in-hospital mortality model para o EAM, que obteve um poder discriminatório de 0,85 (Chin et al., 2011). Apesar dos bons resultados, mais estudos sobre estas evidências deverão ser realizados, aumentando o número de doentes da amostra e evoluindo para outra dimensão, nomeadamente na possibilidade de informar não só o

risco de morte mas também qual o melhor tratamento a ministrar face à condição do doente (Bawamia et al., 2013).

A validação deste modelo na amostra de 2014, com 129 episódios, mostrou também bons resultados (sensibilidade, 83%; especificidade, 87% e uma área sob a curva ROC de 0,921) ver Tabela 5-17. A taxa de acerto global foi de 86,8%.

Tabela 5-17 - Medidas de validação dos fatores preditivos do risco de morte nos dados de treino e nos dados de validação

Medidas validação	Dados Treino 10/11	Dados validação 14	Dados conjuntos 10/11/14
Cut-off	0,070	0,016	0,062
Sensibilidade	87%	83%	86%
Especificidade	90%	87%	85%
Área sob Curva ROC	0,962	0,921	0,946
Hosmer & Lemeshow Test	0,499	-	0,534

Quanto à consistência dos resultados no que respeita às estimativas dos coeficientes, recorrendo aos dados dos anos de 2010, 2011 e 2014, obtiveram-se também excelentes resultados destacando-se uma melhoria na calibração do modelo com um *p-value* de 0,534.

Note-se que na Tabela 5-18, todos os OR se mantêm dentro do IC95% dos OR dos dados de treino, deixando de ser significativos a doença renal aguda (*p-value*=0,260) e a TCO₂ acima do normal (*p-value*=0,104). De referir ainda que, genericamente, os OR das variáveis diminuíram, com exceção dos eritrócitos (OR=6,94; *p*=0,002).

Com base nestes resultados - boa performance nos dados conjuntos dos três anos referidos - pode induzir-se que o grupo de fatores preditivos do risco de morte encontrado é estável e portanto generalizável à população em estudo – doentes de EAM.

Tabela 5-18 - Fatores preditivos do risco de morte (E3) – dados de treino e dados conjuntos

Dados de treino 10/11				Dados conjuntos 10/11/14		
	OR ^(a)	IC 95% ^(a)	p-value	OR ^(a)	p-value	
Idade	1,07	1,01-1,13	0,023 *	1,07	0,003 **	
Choque	86,91	19,36-612,23	0,000 ***	68,95	0,000 ***	
Doença renal aguda	2,83	0,85-9,39	0,085 .	1,76	0,260	
Cloro (abaixo normal)	7,60	1,31-42,18	0,020 *	5,29	0,015 *	
Eritrócitos (abaixo normal)	5,26	1,31-29,78	0,033 *	6,94	0,002 **	
TCO2 (abaixo normal)	13,40	3,49-56,15	0,000 ***	8,38	0,000 ***	
TCO2 (acima normal)	3,35	0,85-12,89	0,076 .	2,51	0,104	
Tempo de protrombina (acima normal)	8,41	2,69-31,37	0,001 ***	4,17	0,002 **	

Signif. Codes: 0 '***'; 0,001 '**'; 0,01 '*'; 0,05 '.'

^(a) OR Odds Ratio; IC Intervalo de Confiança do OR

Nota: Grupos de referência: Comorbilidades – não presente (0); dados laboratoriais – normal (0)

5.3.2.3. Discussão conjunta dos fatores preditivos de duração de internamento e de mortalidade na admissão

Os dois estudos efetuados modelam dados, prevendo, conforme os casos, um resultado associado ao doente. Estes modelos de previsão reúnem características semelhantes que importa considerar em conjunto e que serão abordadas de seguida:

- Inclusão de dados administrativos e clínicos;
- Aplicabilidade dos modelos a outros locais;
- Outras experiências em modelos preditivos.

Inclusão de dados administrativos e clínicos

Os modelos preditivos encontrados adequam-se aos dados, incluindo dados laboratoriais e administrativos, apresentando-se como bons preditores da duração de internamento prolongada nos doentes com EAM, no tempo de internamento individual, e na probabilidade de morte dos doentes com EAM. Estes resultados encontram-se em linha com outros estudos que concluíram pela melhoria significativa de modelos preditivos que incluam dados clínicos, nomeadamente laboratoriais, no ajustamento do risco do doente (Park et al., 2007; Johnston et al., 2007; Mccullough et al., 2011; Colais et al., 2014; Dehmer et al., 2014).

Johnston e outros avaliaram se a inclusão de três variáveis clínicas facilmente acessíveis (pressão arterial sistólica, frequência cardíaca e características do Eletrocardiograma) melhoravam o ajustamento pelo risco face às variáveis administrativas com o objetivo de comparação entre hospitais australianos, na admissão de doentes com EAM, num total de 1743 admissões. Os autores procederam ao estudo comparativo com base em três modelos: só dados administrativos, só dados clínicos e dados clínicos e administrativos; tendo concluído que adicionar as três variáveis clínicas ao modelo melhorava o ajustamento do risco (Johnston et al., 2007).

Mccullough e outros (2011) estudaram, numa amostra de 223.468 doentes saídos de 15 hospitais da Flórida nos Estados Unidos da América, o impacto da adição de dados laboratoriais aos dados administrativos na melhoria do indicador de risco de mortalidade do *All Patient Refined Diagnosis Related Group's*. Concluíram que existia uma pequena melhoria mas deveria ser sujeito a avaliação por patologias específicas.

Num outro estudo de Colais e outros (2014), o objetivo focou-se na avaliação da *performance* de dois modelos multivariados de ajustamento pelo risco com e sem dados clínicos e prescrição de fármacos. Foi avaliada nos modelos a capacidade de predição de resultados de mortalidade a 30 dias e comparados os hospitais neste resultado, numa população de 7613 episódios de doentes admitidos com EAM em hospitais em Itália. Os investigadores concluíram que o modelo preditivo da mortalidade a 30 dias também melhorava com a introdução das variáveis clínicas e prescrição de fármacos mas na comparação de hospitais não havia diferenças significativas.

Aplicabilidade dos modelos a outros locais

Barbini e outros (2014) dizem que quando é difícil padronizar práticas locais e as populações de doentes diferem, a adaptação do modelo é essencial. A generalização de um modelo implica determinadas características que podem limitar a aplicação de modelos preditivos a outras realidades, em particular:

- Em primeiro lugar, a população noutra realidade pode ser semelhante ou não, podendo ser abordado de formas distintas: o modelo adapta-se mantendo os mesmos coeficientes e variáveis; o modelo é refeito mantendo apenas as

variáveis explicativas; o modelo é feito incluindo todas as variáveis (van Walraven et al., 2010).

- Em segundo lugar, este modelo requer o acesso a dados armazenados em bases de dados diferentes: dados administrativos, diagnósticos de pacientes e dados laboratoriais. Van Walraven e outros referem como limitação à generalização do modelo que alguns hospitais não dispõem de toda a informação, são incapazes de ligar facilmente as diferentes tabelas, ou não têm as competências necessárias à consolidação e à análise dos dados (van Walraven et al., 2010). Os autores tentaram a generalização do seu modelo e obtiveram bons resultados apenas após o lançamento dos modelos em produção na instituição.

Na presente investigação as dificuldades deparadas são idênticas, com o problema adicional dos dados laboratoriais, porque os equipamentos estão calibrados de forma diferente, conduzindo a valores de referência distintos.

Analogamente, os padrões detetados nos nossos dados de teste não devem ser generalizáveis a outros hospitais ou unidades. Para cada hospital e/ou unidade, os modelos preditivos encontrados devem ser testados com os seus próprios dados (Barnes et al., 2015).

Outras experiências em modelos preditivos

O universo dos modelos preditivos não se esgota na previsão da mortalidade e da duração de internamento. Existem outras áreas que poderão ser interessantes em termos de controlo do desperdício quer de custos quer de danos no doente (Wohns et al., 2014). Destacam-se de seguida alguns desses estudos.

Modelo preditivo de risco de readmissão de doentes. Dados administrativos de 2011 e 2012 de quatro instituições da Veterans Health Administration com 7200 episódios tendo como diagnóstico principal a insuficiência cardíaca, o enfarte agudo do miocárdio, pneumonia e a doença pulmonar obstrutiva crónica. Incorporaram dados censurados, ou seja, informação só conhecida em parte. O modelo obteve uma área sobre a curva ROC de 0,818 nos dados de treino de 0,809 nos dados de teste, ligeiramente inferior à amostra em estudo (Shams et al., 2015).

Modelo preditivo da probabilidade de admissão de doentes cateterizados no laboratório de hemodinâmica com o objetivo de gerir camas. Construído a partir de dados administrativos e clínicos registados como rotina no processo clínico eletrónico num período de 13 meses correspondente a 6384 doentes. O modelo obteve uma área sobre a curva ROC de 0,722. Durante o teste prospetivo, o modelo acertou em 97,5% dos dias (Toerper et al., 2015).

Um estudo de Leandro (2014) validou e ajustou com sucesso à realidade portuguesa dois Sistemas de Pontuação de Alerta Precoce: o ViEWS e NEWS. Estes sistemas utilizam na sua construção apenas sinais vitais e os resultados obtidos demonstraram que o poder discriminatório e o poder preditivo são muito elevados para os indicadores “internamento não planeado em UCI” e “morte versus sobrevivência” num período de 24 horas após atribuição da pontuação.

Este tipo de modelos que começam a ser aplicados na saúde como o sistema HVITAL, desenvolvido pelo Hospital de São João no Porto, são de extrema importância para a saúde pública. Este sistema, embora não seja ainda um sistema preditor de risco, identifica os doentes que no momento estão a desenvolver infeções ou que estão em maior risco na sua condição clínica, permitindo aos profissionais agir de imediato através de um sistema de alertas (Almeida, 2015).

5.3.2.4. Perspetivas futuras

Os passos definidos na criação e validação dos fatores preditivos devem ser entendidos como meios para assegurar a qualidade dos modelos antes da sua integração nos sistemas de informação dos hospitais como funcionalidades de suporte à decisão.

O objetivo futuro desta investigação consiste em incorporar um sistema de suporte à decisão no processo clínico eletrónico dos hospitais, providenciando informação em tempo real, com relevância para os clínicos e para os gestores, permitindo uma melhor gestão do fluxo do doente dentro da instituição (Barnes et al., 2015). Para tal, os algoritmos resultantes de cada um dos estudos dos fatores preditivos serão desenvolvidos, instalados e testados em ambiente hospitalar e, em paralelo, os fatores preditivos encontrados serão testados noutros ambientes tendo em vista a sua generalização.

O desenvolvimento de cada um dos projetos previstos envolve numa série de etapas que importa detalhar com vista ao entendimento de como devem ser operacionalizados na prática.

Projeto 1 - Desenvolvimento do sistema de apoio à decisão

O desenvolvimento do sistema de apoio à decisão resulta dos algoritmos de cada um dos estudos de fatores preditivos desenvolvidos nesta investigação, onde se pretende a sua interoperabilidade com os sistemas residentes nas instituições. Para tal, a abordagem segue uma sequência de etapas onde deverão ser acautelados os seguintes passos na implementação do sistema de apoio à decisão:

1. Especificação funcional do modelo – nesta fase será descrito o que se pretende que o sistema faça, numa linguagem perceptível para quem vai programar.

Tomando como exemplo o estudo dos fatores preditivos de tempo de internamento prolongado, terão de ser definidas:

- a) As variáveis a considerar para o algoritmo (Tabela 5-4), em que o valor 1 indica que o doente tem a condição especificada.
- b) A fórmula algorítmica que calcula a probabilidade de tempo de internamento prolongado (TIP):

$$ProbTIP = \frac{1}{(1 + e^{-Z})}$$

com,

$$\begin{aligned} Z = & -2,6343 + 1,1974 * Idade69 + 2,8782 * Choque + 1,0896 * DC + 3,6329 \\ & * DCC + 2,9128 * DCer + 1,9888 * EP + 2,2323 * IR + 0,7055 \\ & * Neutrófilos + 1,5084 * PO2A + 0,5298 * PO2L + 0,4937 * TP \end{aligned}$$

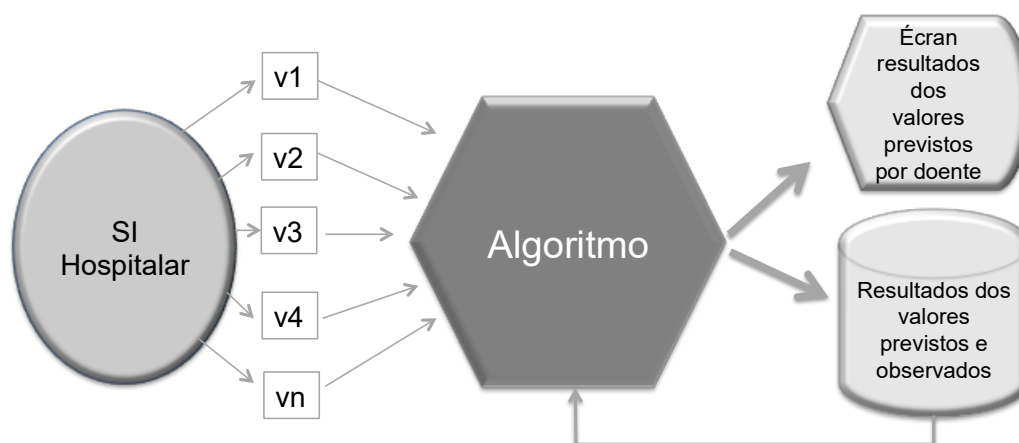
e as condições seguintes:

Se Idade >= 69 **Então** Idade69 = 1 **Senão** Idade69=0;
Se Choque = 1 **Então** Choque = 1 **Senão** Choque=0;
Se DC = 1 **Então** DC = 1 **Senão** DC=0;
Se DCC = 1 **Então** DCC = 1 **Senão** DCC=0;
Se DCer = 1 **Então** DCer = 1 **Senão** DCer=0;
Se EP = 1 **Então** EP = 1 **Senão** EP=0;
Se IR = 1 **Então** IR = 1 **Senão** IR=0;
Se Neutrófilos > 75 **Então** Neutrófilos = 1 **Senão** Neutrófilos=0;
Se PO2A > 108 **Então** PO2A = 1 **Senão** PO2A=0;
Se PO2L < 83 **Então** PO2L = 1 **Senão** PO2L=0;
Se TP > 13 **Então** TP = 1 **Senão** TP =0;

2. Requisitos mínimos de aceitabilidade – Para que os profissionais envolvidos adiram ao sistema é essencial que este esteja integrado com os sistemas de informação locais, permitindo um acesso rápido a:
 - a avaliação em tempo real dos tempos de internamento face ao esperado;
 - gravidade da condição do doente.

3. Especificação técnica do modelo - Deverá estar então garantido tecnicamente o seguinte (Figura 5-2):
 - Única entrada de dados, alimentando o sistema de suporte à decisão sem necessidade de registos adicionais.
 - Invocação através do sistema de informação clínico desta aplicação que deverá passar a seguinte informação automaticamente para a interface com o utilizador: processo doente; episódio doente; idade e análises clínicas.
 - Escrita num ficheiro das seguintes variáveis: processo doente; episódio doente; idade; idade69; disritmia cardíaca; doença cerebrovascular; diabetes com complicações; choque; infeções respiratórias; edema pulmonar; neutrófilos (acima normal); pO2 (acima normal); pO2 (abaixo normal); tempo de protrombina (acima normal); probabilidade de tempo de internamento prolongado.
 - Módulo estatístico com informação sobre todos os doentes internados em tempo real com o tempo previsto e o tempo real de internamento até ao momento e respetiva diferença; informação retrospectiva de todos os doentes que tiveram alta, com as diferenças entre valores observados e valores previstos tanto por doente como total, com possibilidade de escolha do período temporal de análise.
 - Como garantia da evolução futura do algoritmo, os coeficientes de cada variável, os valores de referência das análises e a possibilidade de introduzir outras variáveis deverão ser parametrizáveis, proporcionando um sistema interativo e evolutivo (Toerper et al., 2015), podendo o próprio algoritmo vir a atualizar-se com os resultados.

Figura 5-2 – Diagrama da arquitetura do sistema de apoio à decisão



4. Validação do algoritmo – A validação da aplicação na sua especificidade e a sensibilidade deverá ser testada por duas vias (Barnes et al., 2015; Toerper et al., 2015):

- Avaliando os resultados dos dados observados face ao previsto tendo como referencia a alta do doente;
- Avaliando o poder preditivo do algoritmo face ao previsto pelos clínicos aquando da entrada do doente.

5. Seleção do hospital piloto - a escolha do hospital piloto onde se deverá testar a aplicação de suporte à decisão é um fator chave do sucesso e contribuirá definitivamente para a credibilização da abordagem aí consolidada.

Assim, nesta escolha deverão ser tidos em consideração os seguintes critérios:

- Hospital com “via verde coronária”;
- Profissionais disponíveis para validar a previsão do algoritmo em paralelo com a sua previsão clínica;
- Sistema de informação de registo de dados administrativos do doente;
- Sistema de informação clínico com preferência de registo de comorbilidades do doente por parte dos profissionais;
- Sistema de informação de análises clínicas.

Projeto 2 – Generalização dos fatores preditivos

– A generalização dos fatores preditivos encontrados deverá ter várias fases:

- 1ª fase: aplicação dos modelos encontrados a doentes com EAM num contexto mais alargado e
- 2ª fase: expansão a todos os doentes cardíacos, dado que o EAM é apontado como *proxy* da qualidade de cuidados nos doentes cardíacos nos hospitais que tratam doentes com esta patologia, conforme já anteriormente referido (Chevreul et al., 2012);
- 3ª fase: alargar a metodologia desenvolvida na presente investigação, a outras doenças.

Dependendo dos locais onde irá ser desenvolvido este projeto e consoante a disponibilidade de dados existente nos sistemas de informação locais, serão incorporadas no estudo novas variáveis, nomeadamente sinais vitais, permitindo ultrapassar algumas limitações referidas na presente investigação na discussão metodológica.

Pretende-se assim prosseguir o desenvolvimento deste projeto tendo em conta em primeiro lugar a população de EAM e posteriormente perceber como esta abordagem se adapta a algumas doenças do foro cardiovascular.

Relativamente aos doentes de EAM, o projeto irá desenvolver-se em três fases:

- 1º - Validar o modelo de risco de tempo de internamento prolongado
- 2º - Validar o modelo de tempo de internamento individual do doente
- 3º - Validar o modelo de risco de morte

Para cada fase pretende-se perceber como os modelos se adaptam à nova população de EAM seguindo os seguintes passos:

1. Avaliar o modelo na nova população com o algoritmo anteriormente encontrado, tendo em conta o conjunto de variáveis e coeficientes apurados.
2. Recalibrar o modelo com o conjunto de variáveis encontrados na nova população de dados, que originará novos coeficientes e validação neste novo conjunto de dados.
3. Adicionar novas variáveis, recalibrando os modelos.

Este trabalho perfigura-se assim como uma plataforma de desenvolvimento do estudo de sistemas de apoio à decisão, alargando o âmbito dos fatores preditivos agora desenvolvidos a outras patologias específicas, consumidoras de elevados recursos de internamento e de elevada morbilidade e mortalidade.

Capítulo 6 - CONCLUSÕES

Apesar dos esforços continuados na redução da mortalidade e variação associada à duração de internamento, o enfarte agudo do miocárdio (EAM) continua a evidenciar variabilidade de práticas e assume particular importância na morbilidade e na mortalidade a nível global. Evidenciou-se com este trabalho que existem diferenças na duração de internamento e na mortalidade entre os diversos hospitais do SNS que tratam o EAM em Portugal e identificaram-se as características dos doentes e dos hospitais que explicam essas diferenças e o desperdício associado. Através do estudo dos fatores preditivos, foram definidos modelos de identificação de doentes com risco agravado na duração de internamento e na mortalidade com vista a dotar os profissionais de ferramentas de apoio à decisão que visam um melhor planeamento dos recursos e a definição de estratégias para doentes de maior risco.

A metodologia de desenvolvimento do trabalho teve duas vertentes:

1. Avaliou as diferenças na duração de internamento e na mortalidade ao nível dos hospitais e as suas características, avaliando a dimensão do desperdício;
2. Desenvolveu o estudo dos fatores preditivos na duração de internamento e na mortalidade ao nível do doente:
 - Na duração de internamento, através de duas perspetivas: probabilidade de duração de internamento prolongado e previsão de duração de internamento;
 - Na mortalidade, a probabilidade de morte.

Na primeira abordagem - **diferenças na duração de internamento e na mortalidade ao nível dos hospitais e as suas características** - selecionaram-se variáveis relacionadas com as características dos doentes (demográficas, comorbilidades, procedimentos e tipo de EAM), com as características dos hospitais (hospital com “via verde coronária”, volume do hospital e função ensino) e o tempo até ao hospital com recurso a: 1) modelos lineares generalizados (Poisson, Gamma e Gaussianos e modelos de misturas Gaussianas) na duração de internamento com efeito

aleatório/multinível (doente e hospital); 2) regressão logística na mortalidade com efeito aleatório/multinível (doente e hospital).

Através dos resultados encontrados foi possível aferir o poder explicativo de cada grupo de características nas diferenças encontradas e o desperdício em dias de internamento e em mortes evitáveis nos hospitais; resultante do efeito hospital não explicado pelas características dos doentes, pelas características dos hospitais e pelas outras características.

Na segunda abordagem - **estudo dos fatores preditivos na duração de internamento e na mortalidade ao nível do doente** - selecionaram-se variáveis presentes na admissão do doente ao hospital: idade, sexo, comorbilidades, tipo de EAM, tipo de tratamento e 36 variáveis de análises laboratoriais. Para a análise de dados selecionou-se:

- A regressão logística para a probabilidade de duração de internamento prolongado e para a previsão da duração de internamento modelos lineares generalizados, regressão quantílica e modelos com censura pelos falecidos (Tobit II e V e regressão quantílica censurada);
- A regressão logística para o estudo da mortalidade.

Foi assim possível determinar os fatores preditivos e a respetiva importância, confirmando o poder preditivo de algumas variáveis e trazendo novo conhecimento noutras variáveis.

Face às perguntas de investigação ficou evidenciado pelos resultados encontrados que:

- O tratamento do EAM apresenta diferenças significativas entre os hospitais analisados quer na duração de internamento quer na mortalidade;
- Grande parte dessas diferenças é explicada pelas características dos doentes com particular destaque das comorbilidades, seguida dos procedimentos, a idade e o sexo. As características dos hospitais explicam muito pouco destas diferenças;
- Após ajustamento da duração de internamento e da mortalidade a estas características encontrou-se uma diferença entre os hospitais de 5,4% e de 1,7% respetivamente, que originou um desperdício avaliado em:
 - 2392 dias para o tratamento de doentes com EAM e uma variação de dias por doente entre -2,4 dias (melhor hospital) e 3 dias (hospital com maior desperdício) nos hospitais em estudo. O valor do desperdício na duração

- de internamento de doentes com EAM nos 37 hospitais analisados ao longo de três anos foi estimado entre 1.5M€ e 2.3M€;
- 137 mortes evitáveis no conjunto dos hospitais com “via verde coronária” para os três anos em estudo com uma variação no *odds* de morte nos hospitais entre 0,05 e 0,20 aproximadamente.
 - Foram encontrados fatores preditivos da duração de internamento prolongada, de duração de internamento e de probabilidade de morte com excelentes resultados de validação.

Destacam-se deste trabalho alguns pontos relevantes que merecem reflexão:

- A quantificação do desperdício, com bons resultados na validação da metodologia utilizada, permitiu comprovar que é possível fazê-lo com recurso a metodologias de análise que utilizam dados registados nas bases de dados dos hospitais. No entanto, é necessário melhorar a qualidade dos dados (nomeadamente de codificação e de regras de registo de determinados procedimentos) evitando dupla codificação em dois hospitais diferentes para o mesmo episódio de doença.
- Os fatores preditivos dos dois modelos desenvolvidos não exigem um volume considerável de variáveis e combinam variáveis administrativas e dados laboratoriais (duração de internamento - 10 na probabilidade de tempo de internamento prolongado – 7 variáveis administrativas e 3 dados laboratoriais -, 9 na previsão de tempo de internamento por doente – 6 variáveis administrativas e três dados laboratoriais - 7 na probabilidade de morte, 3 variáveis administrativas e 4 dados laboratoriais) estando normalmente disponíveis na admissão do doente.
- As análises laboratoriais presentes nos modelos têm a vantagem de ser recolhidas por rotina e um baixo custo de realização, comparado com outras análises como alguns marcadores cardíacos, comprovando o seu poder preditivo e a importância nestes estudos na evolução do conhecimento nesta área.
- Foi desenvolvido um modelo inovador na abordagem construtiva para previsão da duração de internamento para o EAM com bons resultados que vem colmatar a parca existência de literatura em modelos preditivos nesta área.

Face a estes resultados defendemos que é necessário fazer mais no que respeita às condições hospitalares na gestão do fluxo do doente e no tratamento do EAM.

Percebemos que existem diferenças importantes entre hospitais, com particular relevância na mortalidade, demonstrando problemas ao nível do processo interno suscitando diversas questões com implicações a diversos níveis:

- Do sistema de saúde e dos hospitais:
 - as *guidelines* de tratamento do EAM estão a ser cumpridas, nomeadamente o acesso ao tratamento em tempo útil?
 - Como monitorizar esse acesso e qual a responsabilização dos hospitais?
- Ao nível da integração de cuidados - Quanto à gestão da alta e do acompanhamento do doente pós-alta várias questões se colocam:
 - existe capacidade dos hospitais serem responsabilizados pelo acompanhamento do doente pós-alta?
 - E como envolver os cuidados de saúde primários também nesta responsabilização?
 - Estão as normas da DGS a ser seguidas, cumpridas e avaliadas?

Outra questão direciona para a problemática das questões sociais e dos idosos. Numa perspetiva de saúde pública é necessário refletir e encontrar dentro do sistema de saúde resposta a estes problemas.

Por outro lado, foram desenvolvidos modelos preditivos de DI e de mortalidade ao nível do doente que possibilitam uma melhor gestão interna do fluxo do doente. É importante dar seguimento a este trabalho abrindo portas para futura investigação, nomeadamente:

- Desenvolver um projeto de generalização dos fatores preditivos encontrados para cada um dos estudos (duração de internamento e mortalidade).
- Desenvolver sistemas de suporte à decisão ao nível médico e de gestão a partir dos fatores preditivos encontrados, de forma a permitir uma avaliação prospetiva da duração de internamento e da mortalidade.
- Desenvolver um *case study* das práticas internas do hospital com melhor *performance*;
- Desenvolver um estudo do EAM na perspetiva do sistema de saúde na área da prevenção e da gestão adequada da alta do doente, permitindo estratégias distintas para doentes de baixo ou de alto risco permitindo a melhor afetação de recursos com base nas necessidades do doente.

- Evoluir para um sistema de avaliação do desperdício que abranja outras doenças que apresentem um misto de custos, morbidade e mortalidade elevadas.

Na progressão deste estudo deverá ser realçada a importância da qualidade dos dados administrativos codificados e a relevância dos dados clínicos pelo seu poder preditivo, conforme ficou comprovado. Com a atual evolução dos sistemas de informação nos hospitais, torna-se imperativo que as bases de dados de morbidade hospitalar passem a integrar não só os dados administrativos, mas também os dados clínicos, facilmente recolhidos nas bases de dados hospitalares, como análises clínicas de rotina e os sinais vitais na admissão do doente que deverão fazer parte do procedimento de triagem e registo de dados na admissão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aas, E., Iversen, T. & Rosenqvist, G. (2012). *Cost measurement and estimation of cost functions*. Helsinki: EuroHope. Retrieved from http://www.eurohope.info/doc/EHDP2_Cost.pdf.
- Adler, L., Yi, D., Li, M., McBroom, B., Hauck, L., Sammer, C., et al. (2015). Impact of inpatient harms on hospital finances and patient clinical outcomes. *Journal of Patient Safety*, Epub ahead, 1–7. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25803176>.
- Aelvoet, W., Terryn, N., Blommaert, A., Molenberghs, G., Hens, N., De Smet, F., et al. (2015). Community-acquired pneumonia (CAP) hospitalizations and deaths: is there a role for quality improvement through inter-hospital comparisons? *International Journal for Quality in Health Care*, 1–11. doi:10.1093/intqhc/mzv092.
- Afana, M., Brinjikji, W., Cloft, H. & Salka, S. (2015). Hospitalization costs for acute myocardial infarction patients treated with percutaneous coronary intervention in the united states are substantially higher than medicare payments. *Clinical Cardiology*, 38(1), 13–19. doi:10.1002/clc.22341.
- Afessa, B., Keegan, M. T., Gajic, O., Hubmayr, R. D. & Peters, S. G. (2005). The influence of missing components of the Acute Physiology Score of APACHE III on the measurement of ICU performance. *Intensive Care Medicine*, 31(11), 1537–43. doi:10.1007/s00134-005-2751-9.
- Aguirregabiria, V. (2009). *Some notes on sample selection models*. Toronto: Department of Economics. University of Toronto. Retrieved from <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/15974/>.
- Alder, H., Michel, B. A., Marx, C., Tamborrini, G., Langenegger, T., Bruehlmann, P., et al. (2014). Computer-based diagnostic expert systems in rheumatology: where do we stand in 2014? *International Journal of Rheumatology*. 1-10. doi:<http://dx.doi.org/10.1155/2014/672714>.
- Almeida, J. P. (2015). HVITAL: o sistema de suporte à decisão clínica do futuro: como gerir de forma eficiente e salvar vidas com dados [PPT]. In: *Seminário de Sistemas e Tecnologias de Informação e comunicação nos hospitais, Lisboa, Maio de 2015*. Lisboa: Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa.
- Amemiya, T. (1984). Tobit models: a survey. *Journal of Econometrics*, 24(1), 3–61. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(84\)90074-5](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(84)90074-5).
- Amin, S. T., Morrow, D. A., Braunwald, E., Sloan, S., Contant, C., Murphy, S., et al. (2013). Dynamic TIMI risk score for STEMI. *JAHA - Journal of the American Heart Association*, 1–9. doi:10.1161/JAHA.112.003269.
- Andrade, P. B., Tebet, M. A., Silva, F. S. M., Andrade, M. V. A., Labrunie, A. & Mattos, L. A. P. (2011). Major bleeding in acute coronary syndromes. *The Journal of Invasive Cardiology*, 23(11), 485–490. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24440325>.
- Antman, E. M., Cohen, M., Bernink, P. J. L. M., McCabe, C. H., Horacek, T., Papuchis, G., et al. (2000). The TIMI risk score for unstable angina/non–ST elevation MI. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 284(7), 835–842. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10938172>.
- Antman, E. M., Tanasijevic, M. J., Thompson, B., Schactman, M., McCabe, C. H., Cannon, C. P., et al. (1996). Cardiac-specific Troponin I levels to predict the risk of mortality in patients with acute coronary syndromes. *New England Journal of Medicine*, 335(18), 1342–1349. doi:10.1056/NEJM199610313351802.
- Aronson, D., Hammerman, H., Beyar, R., Yalonetsky, S., Kapeliovich, M., Markiewicz, W. et al. (2008). Serum blood urea nitrogen and long-term mortality in acute ST-elevation myocardial infarction. *International Journal of Cardiology*, 127(3), 380–385. doi:S0167-

- 5273(07)01080-7 [pii]r10.1016/j.ijcard.2007.05.013.
- Asadollahi, K., Hastings, I. M., Gill, G. V. & Beeching, N. J. (2011). Prediction of hospital mortality from admission laboratory data and patient age: a simple model. *EMA - Emergency Medicine Australasia*, 23(3), 354–363. doi:10.1111/j.1742-6723.2011.01410.x.
- Asiimwe, A. C., Brims, F. J. H., Andrews, N. P., Prytherch, D. R., Higgins, B. R., Kilburn, S. A., et al. (2011). Routine laboratory tests can predict in-hospital mortality in acute exacerbations of COPD. *Lung*, 189(3), 225–232. doi:10.1007/s00408-011-9298-z.
- Austin, P. C., Tu, J. V. & Alter, D. A. (2003). Comparing hierarchical modeling with traditional logistic regression analysis among patients hospitalized with acute myocardial infarction: should we be analyzing cardiovascular outcomes data differently? *American Heart Journal*, 145(1), 27–35. doi:10.1067/mhj.2003.23.
- Baptista, C. D. G. (2014). *Desperdício de medicamentos em ambiente hospitalar: identificação dos pontos críticos no circuito, impacto no consumo de recursos e estratégias de controlo*. Lisboa: Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa. Dissertação do XLII Curso de Especialização em Administração Hospitalar.
- Baptista, C., Magalhães, T. & Chaves, I. (2015). A identificação do desperdício de medicamentos em ambiente hospitalar. *Gestão Hospitalar*, 4–11.
- Barbini, P., Barbini, E., Furini, S. & Cevenini, G. (2014). A straightforward approach to designing a scoring system for predicting length-of-stay of cardiac surgery patients. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 14(1), 89. doi:10.1186/1472-6947-14-89.
- Barbosa, T. (2005). *Análise da variação do consumo de recursos nos GDH's*. Lisboa: Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa. Dissertação do XXXIII Curso de Especialização em Administração Hospitalar.
- Barnes, S., Hamrock, E., Toerper, M., Siddiqui, S. & Levin, S. (2015). Real-time prediction of inpatient length of stay for discharge prioritization. *JAMIA - Journal of the American Medical Informatics Association*, 301, 1–9. doi:10.1093/jamia/ocv106.
- Bawamia, B., Mehran, R., Qiu, W., & Kunadian, V. (2013). Risk scores in acute coronary syndrome and percutaneous coronary intervention: a review. *American Heart Journal*, 165(4), 441–450. doi:10.1016/j.ahj.2012.12.020
- Berger, A. K., Duval, S., Jacobs, D. R., Barber, C., Vazquez, G., Lee, S., & Luepker, R. V. (2008). Relation of length of hospital stay in acute myocardial infarction to postdischarge mortality. *American Journal of Cardiology*, 101(4), 428–434. doi:10.1016/j.amjcard.2007.09.090.
- Bertomeu, V., Cequier, Á., Bernal, J. L., Alfonso, F., Anguita, M. P., Muñoz, J., et al. (2013). In-hospital mortality due to acute myocardial infarction: relevance of type of hospital and care provided: RECALCAR Study. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 66(12), 935–942. doi:10.1016/j.rec.2013.06.006.
- Berwick, D. M. & Hackbarth, A. D. (2012). Eliminating waste in US health care. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 307(14), 1–4. doi:10.1001/jama.2012.362.
- Bohanec, M. (2009). Decision making: a computer-science and information-technology view point. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 7(2), 22–37.
- Borden, W. B., Marier, A. F., Dennison, T. H., Freund, D. A., Cook, K. & Mushlin, A. I. (2014). Assessing variation in utilization for acute myocardial infarction in New York State. *Healthcare*, 2(3), 196–200. doi:10.1016/j.hjdsi.2014.05.001.
- Boto, P., Costa, C. & Lopes, S. (2008). Acreditação, benchmarking e mortalidade. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, Temático (7), 103–116. Retrieved from http://gos.ensp.unl.pt/sites/gos.ensp.unl.pt/files/vtematicon7_E-05-2008.pdf.
- Bottle, A., Sanders, R. D., Mozid, A. & Aylin, P. (2012). Provider profiling models for acute coronary syndrome mortality using administrative data. *International Journal of Cardiology*, 168(1), 338–343. doi:10.1016/j.ijcard.2012.09.048.
- Bradley, S. M., O'Donnell, C. I., Grunwald, G. K., Liu, C.F., Hebert, P. L., Maddox, T. M., et al. (2015). Facility-level variation in hospitalization, mortality, and costs in the 30 days after percutaneous coronary intervention: insights on short-term healthcare value from the VA

- CART program. *Circulation*, 132(2), 101–108. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015351.
- Brekke, K., Gravelle, H., Siciliani, L. & Straume, O. (2014). Patient choice, mobility and competition among health care providers. In: R. Levaggi & M. Montefiori (Eds.). *Health care provision and patient mobility: health integration in the European Union*. pp. 1–26. Milan: Springer. (Developments in Health Economics and Public Policy; 12) doi:10.1007/978-88-470-5480-6_1.
- Burns, M., Dyer, M. B. & Bailit, M. (2014). *Reducing overuse and misuse: state strategies to improve quality and cost of health care*. Princeton, NJ: Robert Wood Johnson Foundation. Retrieved from http://www.ohsu.edu/xd/research/centers-institutes/evidence-based-policy-center/upload/Bailit__Reducing-Overuse-and-Misuse-State-strategies-to-improve-quality.pdf
- Buttall, P., Hendler, R. & Daley, J. (2008). Quality in healthcare: concepts and practices. In: K. Cohn & D. E. Hough (Eds.). *The business of healthcare: volume 3: improving systems of care*. Westport, CT: Praeger. pp. 61–94. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=RHSABOYIJ1IC&pgis=1>
- Campos, A. C. (2008). *Reformas da saúde: o fio condutor*. Coimbra: Edições Almedina.
- Campos, A. C. (2015). *Saúde e preconceito*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Carapeto, S. C. da C. (2012). *Via verde coronária e enfarte agudo do miocárdio: tempo médio entre a admissão no serviço de urgência central e a reperfusão por angioplastia primária*. Lisboa: Mestrado em Tecnologia de Diagnóstico e Intervenção Cardiovascular. Área de Especialização – Intervenção Cardiovascular. Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa. Instituto Politécnico de Lisboa.
- Carter, E. M. & Potts, H. W. (2014). Predicting length of stay from an electronic patient record system: a primary total knee replacement example. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 14(1), 26. doi:10.1186/1472-6947-14-26
- Carvalho, L. P., Gao, F., Chen, Q., Sim, L., Koh, T., Foo, D., et al. (2015). Long-term prognosis and risk heterogeneity of heart failure complicating acute myocardial infarction. *The American Journal of Cardiology*, 115(7), 872–878. doi:10.1016/j.amjcard.2015.01.010
- Chai, T. & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)?: arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247–1250. doi:10.5194/gmd-7-1247-2014
- Charlson, M., Pompei, P., Ales, K. & Mackenzie, C. (1987). A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *Journal of Chronic Diseases*, 40, 373–383.
- Chevreur, K., Prigent, A., Durand-Zaleski, I. & Steg, P. G. (2012). Does lay media ranking of hospitals reflect lower mortality in treating acute myocardial infarction? *Archives of Cardiovascular Diseases*, 105(10), 489–498. doi:10.1016/j.acvd.2012.05.007
- Chin, C. T., Chen, A. Y., Wang, T. Y., Alexander, K. P., Mathews, R., Rumsfeld, J. S., et al. (2011). Risk adjustment for in-hospital mortality of contemporary patients with acute myocardial infarction: the acute coronary treatment and intervention outcomes network (ACTION) registry-get with the guidelines (GWTG) acute myocardial infarction mortality mode. *American Heart Journal*, 161(1), 113–122.e2. doi:10.1016/j.ahj.2010.10.004
- Cohen, D., Manuel, D. G., Tugwell, P., Sanmartin, C. & Ramsay, T. (2014). Direct healthcare costs of acute myocardial infarction in Canada's elderly across the continuum of care. *Journal of the Economics of Ageing*, 3, 44–49. doi:10.1016/j.jea.2014.05.002
- Colais, P., Di Martino, M., Fusco, D., Davoli, M., Aylin, P. & Perucci, C. (2014). Using clinical variables and drug prescription data to control for confounding in outcome comparisons between hospitals. *BMC Health Services Research*, 14(1), 495. doi:10.1186/s12913-014-0495-3
- Costa, C. (2005). Ajustamento pelo risco: da conceptualização à operacionalização. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 5, 7–38.
- Costa, F. L. (2005). Efectividade e eficiência: médicos, gestores, informação e bom senso.

- Revista Portuguesa de Saúde Pública. Vol. Temático 5 (2005) 47-57, 5, 47-57.*
- Costa, C., Santana, R. & Lopes, S. (coord) (2013). *Custos e preços na saúde: passado, presente e futuro*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Costa, C. & Lopes, S. (2011). *Avaliação do desempenho dos hospitais públicos em Portugal continental*. Lisboa: Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa. Retrieved from <http://www.ensp.unl.pt/>
- Crea, F., Battipaglia, I. & Andreotti, F. (2015). Sex differences in mechanisms, presentation and management of ischaemic heart disease. *Atherosclerosis*, 241(1), 157–168. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2015.04.802
- D'Ascenzo, F., Biondi-Zoccai, G., Moretti, C., Bollati, M., Omedè, P., Sciuto, F., et al. (2012). TIMI, GRACE and alternative risk scores in Acute Coronary Syndromes: a meta-analysis of 40 derivation studies on 216,552 patients and of 42 validation studies on 31,625 patients. *Contemporary Clinical Trials*, 33(3), 507–514. doi:10.1016/j.cct.2012.01.001
- Deepthi, A., Narasimha, A., Kumar, H. L. & Kumar, A. D. (2014). Significance of erythrocyte aggregation test in acute myocardial infarction. *International Journal of Basic and Applied Medical Sciences*, 4(1), 45–51. Retrieved from <http://www.cibtech.org/jms.htm>
- Dégano, I. R., Subirana, I., Torre, M., Grau, M., Vila, J., Fusco, D., et al. (2015). A European benchmarking system to evaluate in-hospital mortality rates in acute coronary syndrome: the EURHOBOP project. *International Journal of Cardiology*, 182, 509–516. doi:10.1016/j.ijcard.2015.01.019
- Dehmer, G. J., Drozda, J. P., Brindis, R. G., Masoudi, F. A., Rumsfeld, J. S., Slattery, L. E., et al. (2014). Public reporting of clinical quality data. *Journal of the American College of Cardiology*, 63(13), 1239–1245. doi:10.1016/j.jacc.2013.11.050
- Delaune, J. & Everett, W. (2008). Waste and inefficiency in the US healthcare system. In: W. Everett & N. King (Eds.). *Clinical care: a comprehensive analysis in support of system-wide improvements*. Cambridge: New England Healthcare Institute. Retrieved from http://www.nehi.net/writable/publication_files/file/waste_clinical_care_report_final.pdf
- Donabedian, A. (1985). The Epidemiology of Quality. *Inquiry*, 22(3), 282–292. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/29771725>
- Dores, H., Ferreira, J., Costa, F., Aguiar, C., Cardoso, G., Teles, R., et al. (2013). Choque cardiogénico no enfarte agudo do miocárdio: o que mudou nos últimos 10 anos? *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 32(9), 673–680.
- Drye, E. E., Normand, S. L. T., Wang, Y., Ross, J. S., Schreiner, G. C., Han, L., et al. (2012). Comparison of hospital risk-standardized mortality rates calculated by using in-hospital and 30-day models: an observational study with implications for hospital profiling. *Annals of Internal Medicine*, 156(1), 19–26. doi:10.7326/0003-4819-156-1-201201030-00004
- Escobar, G. J., Gardner, M. N., Greene, J. D., Ragins, A., Scheirer, P., Kipnis, P., et al. (2008). Risk-adjusting hospital inpatient mortality using automated inpatient, outpatient, and laboratory databases. *Medical Care*, 46(3), 232-239. doi:10.1097/MLR.0b013e3181589bb6
- Faraway, J. J. (2006). *Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models*. Boca Raton, Florida: Chapman & Hall. CRC. doi:10.1111/j.1541-0420.2006.00596_12.x
- Faraway, J. J. (2009). *Linear models with R*. Boca Raton, Florida: Chapman & Hall. CRC. (Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science Series; 63). Retrieved from <http://home.ufam.edu.br/jcardoso/PPGMAT - MLG/Linear Models with R - Julian J. Faraway.pdf>
- Fisher, E. S., Wennberg, D. E., Stukel, T.A. & Gottlieb, D. J. (2004). Variations in the longitudinal efficiency of academic medical centers. *Health Affairs (Project Hope), Suppl Vari*, VAR19–32. doi:10.1377/hlthaff.var.19
- Fonseca, C. (2012a). *Terceira definição universal de enfarte do miocárdio: recomendações de bolso da ESC: versão portuguesa*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Cardiologia. Retrieved from <http://www.spc.pt/spc/>

- Fonseca, C. (coord.) (2012b). *EAM-STEMI: recomendações de bolso da ESC: versão portuguesa*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Cardiologia. Retrieved from <http://www.spc.pt/spc/>
- Fonseca, C. & Mimoso, J. (coord.) (2011). *Síndromes coronárias agudas sem elevação do segmento ST: recomendações de bolso da ESC: versão portuguesa*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Cardiologia. Retrieved from <http://www.spc.pt/spc/>
- Fonseca, C. & Santos, J. F. (coord.) (2012). *EAM-STEMI: recomendações de bolso da ESC. Versão portuguesa*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Cardiologia. Retrieved from <http://www.spc.pt/spc/>
- Fontaine, P., Jacques, J., Gillain, D., Sermeus, W., Kolh, P. & Gillet, P. (2011). Assessing the causes inducing lengthening of hospital stays by means of the Appropriateness Evaluation Protocol. *Health Policy*, 99(1), 66–71. doi:10.1016/j.healthpol.2010.06.011
- Fox, K. A. A., Dabbous, O. H., Goldberg, R. J., Pieper, K. S., Eagle, K. a, Van de Werf, F., et al. (2006). Prediction of risk of death and myocardial infarction in the six months after presentation with acute coronary syndrome: prospective multinational observational study (GRACE). *BMJ*, 333(7578), 1091. doi:10.1136/bmj.38985.646481.55
- Freitas, A., Silva-Costa, T., Lopes, F., Garcia-Lema, I., Teixeira-Pinto, A., Brazdil, P., et al. (2012). Factors influencing hospital high length of stay outliers. *BMC Health Services Research*, 12(1), 265. doi:10.1186/1472-6963-12-265
- Freitas, J. S. (2006). *Uso de técnicas de data mining para análise de bases de dados hospitalares com finalidades de gestão*. Porto: Faculdade de Economia da Universidade do Porto. Tese de Doutoramento em Ciências Empresariais.
- Gandhi, A. A. & Akholkar, P. J. (2015). Metabolic acidosis in acute myocardial infarction. *International Journal of Advances in Medicine*, 2(3), 260–263. doi:10.18203/2349-3933.ijam20150556
- Gandomi, A. & Haider, M. (2015). Beyond the hype : Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35, 137–144. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007
- Girling, A. J., Hofer, T. P., Wu, J., Chilton, P. J., Nicholl, J. P., Mohammed, M. A. et al. (2012). Case-mix adjusted hospital mortality is a poor proxy for preventable mortality: a modelling study. *BMJ Quality & Safety*, 21(12), 1052–6. doi:10.1136/bmjqs-2012-001202
- Gonnella, J. S., Louis, D. Z., Gozum, M. V. E., Callahan, C. A. & Barnes, C. A. (2009). *Disease staging clinical and coded criteria*. Michigan: Thomson Reuters.
- Goodwin, J. S., Lin, Y., Singh, S. & Kuo, Y. (2012). Variation in length of stay and outcomes among hospitalized patients attributable to hospitals and hospitalists. *Journal of General Internal Medicine*, 28(3), 370–376. doi:10.1007/s11606-012-2255-6
- Graham, P., Hider, P., Cumming, J., Raymont, A. & Finlayson, M. (2012). Variation in New Zealand hospital outcomes: combining hierarchical Bayesian modeling and propensity score methods for hospital performance comparisons. *Health Services and Outcomes Research Methodology*, 12(1), 1–28. doi:10.1007/s10742-012-0079-9
- Greco, C., Rosato, S., D'Errigo, P., Mureddu, G. F., Lacorte, E. & Seccareccia, F. (2015). Trends in mortality and heart failure after acute myocardial infarction in Italy from 2001 to 2011. *International Journal of Cardiology*, 184, 115–121. doi:10.1016/j.ijcard.2015.01.073
- Grines, C. L., Marsalese, D. L., Brodie, B., Griffin, J., Donohue, B., Costantini, C. R., et al. (1998). Safety and cost-effectiveness of early discharge after primary angioplasty in low risk patients with acute myocardial infarction. PAMI-II Investigators. Primary Angioplasty in Myocardial Infarction. *Journal of the American College of Cardiology*, 31(5), 967–972.
- Gupta, A., Wang, Y., Spertus, J. A., Geda, M., Lorenze, N., Nkonde-Price, C., et al. (2014). Trends in acute myocardial infarction in young patients and differences by sex and race, 2001 to 2010. *Journal of the American College of Cardiology*, 64(4), 337–345. doi:10.1016/j.jacc.2014.04.054
- Häkkinen, U., Iversen, T., Peltola, M., Seppälä, T. T., Malmivaara, A., Belicza, É., et al. (2013). Health care performance comparison using a disease-based approach: the EuroHOPE

- project. *Health Policy*, 112(1-2), 100–9. doi:10.1016/j.healthpol.2013.04.013
- Häkkinen, U., Rosenqvist, G., Iversen, T., Rehnberg, C. & Seppala, T. T. (2015). Outcome, use of resources and their relationship in the treatment of AMI, stroke and hip fracture at European hospitals. *Health Economics*, 24(Suppl. 2), 116–139. doi:10.1002/hec.3270
- Häkkinen, U., Rosenqvist, G., Peltola, M., Kapiainen, S., Rättö, H., Cots, F., et al. (2014). Quality, cost, and their trade-off in treating AMI and stroke patients in European hospitals. *Health Policy*, 117(1), 15–27. doi:10.1016/j.healthpol.2014.05.001
- Hamm, C. W., Bassand, J., Agewall, S., Bax, J., Boersma, E., Bueno, H., et al. (2011). ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *European Heart Journal*, 32, 2999–3054. doi:10.1093/eurheartj/ehr236
- Hammill, B. G., Curtis, L. H., Fonarow, G. C., Heidenreich, P. A., Yancy, C. W., Peterson, E. D., et al. (2011). Incremental value of clinical data beyond claims data in predicting 30-day outcomes after heart failure hospitalization. *Circulation. Cardiovascular Quality and Outcomes*, 4(1), 60–7. doi:10.1161/CIRCOUTCOMES.110.954693
- Hammond, C. L., Phillips, M. F., Pinnington, L. L., Pearson, B. J. & Fakis, A. (2009). Appropriateness of acute admissions and last in-patient day for patients with long term neurological conditions. *BMC Health Services Research*, 9, 40. doi:10.1186/1472-6963-9-40
- Hammond, C. L., Pinnington, L. L. & Phillips, M. F. (2009). A qualitative examination of inappropriate hospital admissions and lengths of stay. *BMC Health Services Research*, 9, 44. doi:10.1186/1472-6963-9-44
- Han, J. & Kamber, M. (2001). *Data mining: concepts and techniques*. Academic Press. Morgan Kaufmann Publishers.
- Hauck, K., Zhao, X. & Jackson, T. (2012). Adverse event rates as measures of hospital performance. *Health Policy*, 104(2), 146–154. doi:10.1016/j.healthpol.2011.06.010
- Hayashida, K., Imanaka, Y., Sekimoto, M., Kobuse, H. & Fukuda, H. (2007). Evaluation of acute myocardial infarction in-hospital mortality using a risk-adjustment model based on Japanese administrative data. *Journal of International Medical Research*, 35(5), 590–596. doi:10.1177/147323000703500502
- Heidenreich, P. A., Trogon, J. G., Khavjou, O. A., Butler, J., Dracup, K., Ezekowitz, M. D., et al. (2011). Forecasting the future of cardiovascular disease in the United States: a policy statement from the American Heart Association. *Circulation*, 123(8), 933–944. doi:10.1161/CIR.0b013e31820a55f5
- HIMSS (2008). *Electronic health records: a global perspective: HIMSS White paper*. Chicago: Healthcare Information and Management Systems Society. Retrieved from http://www.openclinical.org/whitepaperHIMSS_EHR.html
- Hogan, H., Zipfel, R., Neuburger, J., Hutchings, A., Darzi, A. & Black, N. (2015). Avoidability of hospital deaths and association with hospital-wide mortality ratios: retrospective case record review and regression analysis. *BMJ (Clinical Research)*, 351(February), h3239. doi:10.1136/bmj.h3239
- Hornbrook, M. C. (1982). Review article: Hospital case mix: its definition, measurement and use: Part I. The conceptual framework. *Medical Care Research and Review*, 39(1), 1–43. doi:10.1177/107755878203900101
- Hornbrook, M. C. (1985). Techniques for assessing hospital case mix. *Annual Review of Public Health*, 6, 295–324.
- Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S. & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression* (3rd edition). New Jersey: John Wiley & Sons. doi:10.1002/9781118548387
- Huang, Y. C., Hu, C. J., Lee, T. H., Yang, J. T., Weng, H. H., Lin, L. C., et al. (2012). The impact factors on the cost and length of stay among acute ischemic stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 22(7), 1–7. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2012.10.014
- Huang, Y. L., Hu, Z. De, Liu, S. J., Sun, Y., Qin, Q., Qin, B. D., et al. (2014). Prognostic value of red blood cell distribution width for patients with heart failure: a systematic review and

- meta-analysis of cohort studies. *PLoS ONE*, 9(8), e104861. doi:10.1371/journal.pone.0104861
- Hyndman, R. J. & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22, 679–688. doi:10.1016/j.ijforecast.2006.03.001
- Ibrahim, A. W., Riddell, T. C. & Devireddy, C. M. (2014). Acute myocardial infarction. *Critical Care Clinics*, 30(3), 341–364. doi:10.1016/j.ccc.2014.03.010
- Iezzoni, L. I. (1997). *Risk adjustment for measuring healthcare outcomes* (2nd ed.). Chicago: Health Administration Press.
- Iezzoni, L. I., Ash, A. S., Schwartz, M., Landon, B. E. & Mackiernan, Y. (1998). Predicting in-hospital deaths from coronary artery bypass graft surgery: do different severity measures give different predictions? *Medical Care*, 36(1), 28–39. Retrieved from http://journals.lww.com/lww-medicalcare/_layouts/15/oaks.journals.mobile/articleviewer.aspx?year=1998&issue=01000&article=00005
- Ilhan, E., Güvenç, T. S., Altay, S., Çagdas, M., Çalik, A. N., Karaca, M., et al. (2012). Predictive value of red cell distribution width in intrahospital mortality and postintervention thrombolysis in myocardial infarction flow in patients with acute anterior myocardial infarction. *Coronary Artery Disease*, 23(7), 450–454. Retrieved from http://journals.lww.com/coronary-artery/Fulltext/2012/11000/Predictive_value_of_red_cell_distribution_width_in.6.aspx
- INE (2015). *Conta Satélite da Saúde 2012-2014*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística. Retrieved from www.INE.pt
- IOM (2012). *Best care at lower cost: the path to continuously learning health care in America*. Washington, DC: The National Academic Press.
- Jernberg, T., Attebring, M. F., Hambræus, K., Ivert, T., James, S., Jeppsson, A., et al. (2010). The Swedish Web-system for Enhancement and Development of Evidence-based care in Heart disease Evaluated According to Recommended Therapies (SWEDEHEART). *Heart*, 96(20), 1617–1621. doi:10.1136/hrt.2010.198804
- Johnston, T. C., Coory, M. D., Scott, I. & Duckett, S. (2007). Should we add clinical variables to administrative data?: the case of risk-adjusted case fatality rates after admission for acute myocardial infarction. *Medical Care*, 45(12), 1180–5. doi:10.1097/MLR.0b013e318148477c
- Kafetz, A. (2013). *Dr. Foster hospital guide 2013*. Dr. Foster Intelligence. Retrieved from <http://myhospitalguide.drfoosterintelligence.co.uk/#/mortality>
- Kalman, N. S., Hammill, B. G. & Schulman, K. A. (2015). Hospital overhead costs: the neglected driver of health care spending? *Journal of Healthcare Finance*, 41(4), 1-15.
- Kaplan, G. S. (2012). Waste not: the management imperative for healthcare. *Journal of Healthcare Management*, 57(3), 160–167.
- Kaplan, R. M. & Babad, Y. M. (2011). Balancing influence between actors in healthcare decision making. *BMC Health Services Research*. doi:10.1186/1472-6963-11-85
- Kaul, P., Federspiel, J. J., Dai, X., Stearns, S. C., Smith, S. C., Yeung, M., et al. (2014). Association of inpatient-onset vs outpatient-onset of ST elevation myocardial infarction with treatment and clinical outcomes. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 312(19), 1999–2007. doi:10.1001/jama.2014.15236
- Khan, H. A., Alhomida, A. S., Rammah, T. Y. Al, Sobki, S. H. & Ola, M. S. (2013). Alterations in prothrombin time and activated partial thromboplastin time in patients with acute myocardial infarction. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 6(4), 294–297.
- Kim, S. J., Yoo, J. W., Lee, S. G., Kim, T. H., Han, K. & Park, E. (2014). Governmental designation of spine specialty hospitals, their characteristics, performance and designation effects: a longitudinal study in Korea. *BMJ Open*, 4(11), e006525. doi:10.1136/bmjopen-2014-006525
- Kleinbaum, D. & Klein, M. (2012). *Survival analysis: a self-learning text*. (3rd edition). New York: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-1-4419-6646-9_1

- Knol, M. J., Janssen, K. J. M., Donders, A. R. T., Egberts, A. C. G., Heerdink, E. R., Grobbee, D. E., et al. (2010). Unpredictable bias when using the missing indicator method or complete case analysis for missing confounder values: an empirical example. *Journal of Clinical Epidemiology*, 63(7), 728–36. doi:10.1016/j.jclinepi.2009.08.028
- Koenker, R. (2005). *Quantile regression*. New York: Cambridge University Press.
- Kontos, M. C., Rennyson, S. L., Chen, A. Y., Alexander, K. P., Peterson, E. D. & Roe, M. T. (2014). The association of myocardial infarction process of care measures and in-hospital mortality: a report from the NCDR®. *American Heart Journal*, 168(5), 766–775. doi:10.1016/j.ahj.2014.07.005
- Kook, H. Y., Jeong, M. H., Oh, S., Yoo, S.-H., Kim, E. J., Ahn, Y., et al. (2014). Current trend of acute myocardial infarction in Korea (from the Korea Acute Myocardial Infarction Registry from 2006 to 2013). *The American Journal of Cardiology*, 114(12), 1817–1822. doi:10.1016/j.amjcard.2014.09.019
- Kothari, A., Hovanec, N., Hastie, R. & Sibbald, S. (2011). Lessons from the business sector for successful knowledge management in health care: a systematic review. *BMC Health Services Research*. doi:10.1186/1472-6963-11-173
- Kotowycz, M. A., Syal, R. P., Afzal, R. & Natarajan, M. K. (2009). Can we improve length of hospitalization in ST elevation myocardial infarction patients treated with primary percutaneous coronary intervention? *The Canadian Journal of Cardiology*, 25(10), 585–588.
- Kroch, E. & Duan, M. (2008). *Care science mortality risk model*. Rockville, Maryland: Agency for Healthcare Research & Quality. Retrieved from <http://archive.ahrq.gov/professionals/quality-patient-safety/quality-resources/tools/mortality/KrochMort.pdf>
- Kul, A. N., Ozdemir, S., Helvacı, A., Bulut, C. & Dursun, S. (2014). The relationship of acute myocardial infarction with or without ST-segment elevation and viscosity. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, 20(8), 779–782. doi:10.1177/1076029613492009
- Kulinskaya, E., Kornbrot, D. & Gao, H. (2005). Length of stay as a performance indicator: Robust statistical methodology. *IMA Journal of Management Mathematics*, 16(4), 369–381. doi:10.1093/imaman/dpi015
- Kurniawan, L. B., Bahrūn, U., Mangarengi, F., Er, D. & Arif, M. (2013). Blood urea nitrogen as a predictor of mortality in myocardial infarction. *Universa Medicina*, 32(3), 172–178.
- Leandro, L. (2014). *Validação e aplicação dos sistemas de pontuação de alerta precoce “VIEWS” e “NEWS” em Portugal*. Lisboa: Instituto Politécnico de Lisboa. Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa. Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve. Retrieved from <http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/4230/1/Tradu??o, valida??o e aplica??o dos sistemas de pontua??o de alerta precoce.pdf>
- Lee, A. H., Wang, K., Yau, K. K. W., McLachlan, G. J. & Ng, S. K. (2007). Maternity length of stay modelling by gamma mixture regression with random effects. *Biometrical Journal*, 49(5), 750–764. doi:10.1002/bimj.200610371
- Leyenaar, J. K., Lagu, T., Shieh, M.-S., Pekow, P. S. & Lindenauer, P. K. (2014). Variation in resource utilization for the management of uncomplicated community-acquired pneumonia across community and children's hospitals. *The Journal of Pediatrics*, 165(3), 585–591. doi:10.1016/j.jpeds.2014.04.062
- Li, C. L. K. (2014). Hospital quality measure specification and their estimated relationship with hospital cost. *Journal of Medical Statistics and Informatics*, 2(1), 4. doi:10.7243/2053-7662-2-4
- Li, J., Li, X., Wang, Q., Hu, S., Wang, Y., Masoudi, F. A., et al. (2015). ST-segment elevation myocardial infarction in China from 2001 to 2011 (the China PEACE-Retrospective Acute Myocardial Infarction Study): a retrospective analysis of hospital data. *The Lancet*, 385(9966), 441–451. doi:10.1016/S0140-6736(14)60921-1
- Liao, Y., Dong, X., Chen, K., Fang, Y., Li, W. & Huang, G. (2014). Renal function, acute kidney injury and hospital mortality in patients with acute myocardial infarction. doi:10.1177/0300060514541254

- Lilford, R. J. & Chen, Y.-F. (2015). The ubiquitous weekend effect: moving past proving it exists to clarifying what causes it. *BMJ Quality & Safety*, 24(8), 480–482. doi:10.1136/bmjqs-2015-004360
- Liu, P., Lei, L., Yin, J., Zhang, W., Naijun, W. & El-darzi, E. (2006). Healthcare data mining: prediction inpatient length of stay. In: *3rd International IEEE Conference Intelligent Systems, IEEE, 4-6 Sept. 2006*. London: IEEE. (pp. 832–837)
- Lopes, S., Costa, C. & Boto, P. (2008). Variação na mortalidade e na demora média do internamento por dia de admissão e de alta. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 7, 117–129.
- Lopes, S. da S. (2010). *A relação entre eficiência e efectividade: aplicação ao internamento por doença cerebrovascular*. Lisboa: Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa. Teses de Doutoramento. Especialidade em Administração de Saúde. Retrieved from <http://run.unl.pt/handle/10362/9590>
- Lopez-de-Andres, A., Jimenez-Garcia, R., Hernandez-Barrera, V., Jimenez-Trujillo, I., Gallardo-Pino, C., de Miguel, A. G., et al. (2014). National trends over one decade in hospitalization for acute myocardial infarction among Spanish adults with type 2 diabetes: cumulative incidence, outcomes and use of percutaneous coronary intervention. *PloS One*, 9(1), e85697. doi:10.1371/journal.pone.0085697
- Loshin, D. (2001). *Enterprise knowledge management: the data quality approach*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Loshin, D. (2003). *Business intelligence: the savvy manager's guide*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Lu, M., Sajobi, T., Lucyk, K., Lorenzetti, D. & Quan, H. (2015). Systematic review of risk adjustment models of hospital Length of Stay (LOS). *Medical Care*, 53(4). Retrieved from http://journals.lww.com/lww-medicalcare/Fulltext/2015/04000/Systematic_Review_of_Risk_Adjustment_Models_of.10.aspx
- Ma, G. & Demeulemeester, E. (2013). A multilevel integrative approach to hospital case mix and capacity planning. *Computers and Operations Research*, 40(9), 2198–2207. doi:10.1016/j.cor.2012.01.013
- Marôco, J. (2010). *Análise estatística com o PASW Statistics*. Pêro Pinheiro: ReportNumber.
- Martin, D. del V., Fernández, M. S. & Gómez, J. L. Z. (2015). Biomarkers in acute coronary syndrome. *IJC Metabolic & Endocrine*, 8, 20–23. doi:10.1016/j.ijcme.2015.04.003
- Martínez, J. M., Fernández, R. R., Alonso, E. A., Alcántara, A. G., Torrull, A. E., León, A. A., et al. (2010). APACHE II score and killip class for patients with acute myocardial infarction. *Intensive Care Medicine*, 36(9), 1579–86. doi:10.1007/s00134-010-1832-6
- Mathers, C. D. & Loncar, D. (2006). Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Medicine*, 3(11), e442. doi:10.1371/journal.pmed.0030442
- Mazzeffi, M., Zivot, J., Buchman, T. & Halkos, M. (2014). In-hospital mortality after cardiac surgery: patient characteristics, timing, and association with postoperative length of intensive care unit and hospital stay. *The Annals of Thoracic Surgery*, 97(4), 1220–5. doi:10.1016/j.athoracsur.2013.10.040
- McCullough, E., Sullivan, C., Banning, P., Goldfield, N. & Hughes, J. (2011). Challenges and benefits of adding laboratory data to a mortality risk adjustment method. *Quality Management in Health Care*, 20(4), 253–262.
- McDonagh, M., Smith, D. & Goddard, M. (2000). Erratum to “Measuring appropriate use of acute beds: a systematic review of methods and results”. *Health Policy*, 54(2), 163. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11094269>
- Méndez-Eirín, E., Flores-Ríos, X., García-López, F., Pérez-Pérez, A. J., Estévez-Loureiro, R., Piñón-Esteban, P., et al. (2012). Comparison of the prognostic predictive value of the TIMI, PAMI, CADILLAC, and GRACE risk scores in STEACS undergoing primary or rescue PCI. *Revista Española de Cardiología*, 65(3), 227–33. doi:10.1016/j.recesp.2011.10.019

- Meyfroidt, G., Güiza, F., Cottem, D., De Becker, W., Van Loon, K., Aerts, J.-M., et al. (2011). Computerized prediction of intensive care unit discharge after cardiac surgery: development and validation of a Gaussian processes model. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 11, 64. doi: 10.1186/1472-6947-11-64doi:10.1186/1472-6947-11-64
- Miettinen, J. A., Salonen, R. J., Ylitalo, K., Niemela, M., Kervinen, K., Saily, M., et al. (2012). The effect of bone marrow microenvironment on the functional properties of the therapeutic bone marrow-derived cells in patients with acute myocardial infarction. *Journal of Translational Medicine*, 10(1), 66. doi:10.1186/1479-5876-10-66
- Mohammed, M. A., Rudge, G., Wood, G., Smith, G., Nangalia, V., Prytherch, D., et al. (2012). Which is more useful in predicting hospital mortality--dichotomised blood test results or actual test values?: a retrospective study in two hospitals. *PloS One*, 7(10), e46860. doi:10.1371/journal.pone.0046860
- Moradkhan, R. & Sinoway, L. I. (2010). Revisiting the role of oxygen therapy in cardiac patients. *Journal of the American College of Cardiology*, 56(13), 1013–1016. doi:10.1016/j.jacc.2010.04.052
- Morris, S., Hunter, R. M., Ramsay, A. I. G., Boaden, R., McKevitt, C., Perry, C., et al. (2014). Impact of centralising acute stroke services in English metropolitan areas on mortality and length of hospital stay: difference-in-differences analysis. *BMJ (Clinical Research)*, 349(4), g4757. doi:10.1136/bmj.g4757
- MSSU. (2011). *Beyond the Dartmouth Atlas of Health Care : exploring variations in inpatient hospital costs in New York State: the cases of Acute Myocardial Infarction (AMI) and Congestive Heart Failure (CHF)*. Syracuse, NY: Maxwell School. Syracuse University. Retrieved from <http://nyshealthfoundation.org/uploads/resources/variations-inpatient-hospital-costs-cases-april-2011.pdf>
- Mudaraddi, R., Kulkarni, S. P., Trivedi, D. J., Patil, V. S., & Kamble, P. S. (2015). Association of serum electrolytes and urea levels with cardiac markers in acute myocardial infarction. *International Journal of Clinical Biochemistry and Research*, 2(4), 233. <http://doi.org/10.5958/2394-6377.2015.00009.X>
- Mulley, A. G. (2013). The global role of health care delivery science : learning from variation to build health systems that avoid waste and harm, *Journal of General Internal Medicine*, 50, 646–653. doi:10.1007/s11606-013-2457-6
- Nassery, N., Segal, J. B., Chang, E. & Bridges, J. F. P. (2015). Systematic overuse of healthcare services : a conceptual model, *Applied Health Economics and Health Policy*, 13(1) 1–6. doi:10.1007/s40258-014-0126-5
- Naylor, C., Alderwick, H. & Honeyman, M. (2015). *Acute hospitals and integrated care: from hospitals to health systems*. London: Kings Fund. Retrieved from www.kingsfund.org.uk
- Novack, V., Pencina, M., Zahger, D., Fuchs, L., Nevzorov, R., Jotkowitz, A. et al. (2010). Routine laboratory results and thirty day and one-year mortality risk following hospitalization with acute decompensated heart failure. *PloS One*, 5(8), e12184. doi:10.1371/journal.pone.0012184
- Nykanen, P. (2000). *Decision support systems from a health informatics perspective*. Tampere, Finland: Department of Computer and Information Sciences. Faculty of Economics and Administration. University of Tampere. Academic Dissertation.
- OECD. (2013). *Health at a glance 2013: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing. Retrieved from doi:10.1787/health_glance-2013-en
- OECD. (2014). *Geographic variations in health care: what do we know and what can be done to improve health system performance?* Paris: OECD Publishing. (OECD Health Policy Studies). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264216594-en>
- Oliveira, P. (2008). *Detecção e correcção de problemas de qualidade dos dados: modelo, sintaxe e semântica*. Universidade do Minho.
- OMS. (2010). *Financiamento dos sistemas de saúde: o caminho para a cobertura universal*. Geneva: Organização Mundial de Saúde. Retrieved from http://www.who.int/whr/2010/whr10_pt.pdf?ua=1

- Park, H., Yoon, S. J., Ahn, H. S., Ahn, L. S., Seo, H. J., Lee, S. I., et al. (2007). Comparison of risk-adjustment models using administrative or clinical data for outcome prediction in patients after myocardial infarction or coronary bypass surgery in Korea. *International Journal of Clinical Practice*, 61(7), 1086–1090. doi:10.1111/j.1742-1241.2007.01345.x
- Park, S., Lee, J., Ikai, H., Otsubo, T., Ukawa, N. & Imanaka, Y. (2013). Quality of care and in-hospital resource use in acute myocardial infarction: evidence from Japan. *Health Policy (Amsterdam, Netherlands)*, 111(3), 264–72. doi:10.1016/j.healthpol.2013.05.015
- Patel, N., Baker, S. M., Walters, R. W., Kaja, A., Kandasamy, V., Abuzaid, A., & Modrykamien, A. M. (2016). Serum hyperchloremia as a risk factor for acute kidney injury in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing percutaneous coronary intervention. *Proceedings (Baylor University Medical Center)*, 29(1), 7–11.
- Paulus, J. K., Shah, N. D. & Kent, D. M. (2015). All else being equal, men and women are still not the same: using risk models to understand gender disparities in care. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 8(3), 317–320. doi:10.1161/CIRCOUTCOMES.115.001842
- Philbin, E. F., Rogers, V. A., Sheesley, K. A., Lynch, L. J., Andreou, C. & Rocco, T. A. (1997). The relationship between hospital length of stay and rate of death in heart failure. *Heart & Lung*, 26(3), 177–186.
- Pine, M., Jordan, H. S., Elixhauser, A. & Warner, D. (2007). Enhancement of claims data to improve risk adjustment of hospital mortality. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 297(1), 71–76. doi:10.1001/jama.297.1.71
- Portaria n.º 234/2015 de 7 de agosto (2015). Diário da República, 1.ª série - N.º 153, 5516–5653.
- Portugal. Ministério da Saúde (2011). *Relatório final do Grupo Técnico para a Reforma Hospitalar: os cidadãos no centro do sistema: os profissionais no centro da mudança*. Lisboa: Ministério da Saúde.
- Portugal. Ministério da Saúde. DGS. (2013). *Norma DGS 014/2011: Utilização e seleção de antiagregantes plaquetários em doenças cardiovasculares*. Lisboa: Direcção-Geral da Saúde. Retrieved from https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi60sW88Z_LAhVJSBQKHWi8BPcQFgggMAA&url=https://www.dgs.pt/directrizes-da-dgs/normas-e-circulares-normativas/norma-n-0142011-de-14072011-atualizada-a-08072013-jpg.aspx&usq=AFQjCNF8L_
- Portugal. Ministério da Saúde. DGS. (2014). *Doenças cérebro-cardiovasculares em números 2014*. Lisboa: Direcção-Geral da Saúde.
- Pourhoseingholi, M. A., Vahedi, M., Pourhoseingholi, A., Dehkordi, B. M., Safaee, A., Maserat, E., et al. (2009). Comparing linear regression and quantile regression to analyze the associated factors of length of hospitalization in patients with gastrointestinal tract cancers. *Italian Journal of Public Health*, 6(2), 136–139.
- Pouw, M. E., Peelen, L. M., Lingsma, H. F., Pieter, D., Steyerberg, E., Kalkman, C. J. & Moons, K. G. M. (2013). Hospital standardized mortality ratio: consequences of adjusting hospital mortality with indirect standardization. *PloS One*, 8(4), e59160. doi:10.1371/journal.pone.0059160
- Qi Fan, G., Fu, K. L., Jin, C. W., Wang, X. Z., Han, L., Wang, H., et al. (2015). A medical costs study of older patients with acute myocardial infarction and metabolic syndrome in hospital. *Clinical Interventions in Aging*, 10, 329–337. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84921959043&partnerID=tZOTx3y1>
- Quintana, J. M., Unzueta, A., Garcia-Gutierrez, S., Gonzalez, N., Lafuente, I., Bare, M., et al. (2014). Predictors of Hospital length of stay in patients with exacerbations of COPD: A cohort study. *Journal of General Internal Medicine*. doi:10.1007/s11606-014-3129-x
- Ramos, I. & Santos, M. Y. (2003). Data mining no suporte à construção de conhecimento organizacional. In: *CAPSI 2003: 4ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, Porto, Outubro 2003, Universidade Portucalense. Actas*. Porto: Associação Portuguesa de Sistemas de Informação.

- Randall, D. A., Jorm, L. R., Lujic, S., O'Loughlin, A. J., Churches, T. R., Haines, M. M., et al. (2012). Mortality after admission for acute myocardial infarction in Aboriginal and non-Aboriginal people in New South Wales, Australia: a multilevel data linkage study. *BMC Public Health*, 12, 281. doi:10.1186/1471-2458-12-281
- Reames, B. N., Ghaferi, A. A., Birkmeyer, J. D. & Dimick, J. B. (2014). Hospital volume and operative mortality in the modern era. *Annals of Surgery*, 260(2). Retrieved from http://journals.lww.com/annalsurgery/Fulltext/2014/08000/Hospital_Volume_and_Operative_Mortality_in_the.10.aspx
- Redfors, B., Angerås, O., Råmunddal, T., Dworeck, C., Haraldsson, I., Ioanes, D., et al. (2015). 17-year trends in incidence and prognosis of cardiogenic shock in patients with acute myocardial infarction in western Sweden. *International Journal of Cardiology*, 185, 256–262. doi:10.1016/j.ijcard.2015.03.106
- Resar, R. K., Griffin, F. A., Kabcenell, A. & Bones, C. (2011). *Hospital inpatient waste identification tool*. Cambridge, Massachusetts: Institute for Healthcare Improvement. (IHI Innovation Series: white paper). Retrieved from www.IHI.org
- Resar, R., Nolan, K., Kaczynski, D. & Jensen, K. (2011). Using real-time demand capacity management to improve hospitalwide patient flow. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 37(5), 217–227.
- Roffi, M., Patrono, C., Collet, J.-P., Mueller, C., Valgimigli, M., Andreotti, F., et al. (2016). 2015 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *European Heart Journal*, 37(3), 267–315. Retrieved from <http://eurheartj.oxfordjournals.org/content/37/3/267.abstract>
- Ross, C., Masters, R. & Hummer, R. (2012). Education and the gender gaps in health and mortality. *Demography*, 49(4), 1157–1183. doi:10.1007/s13524-012-0130-z
- Saczynski, J. S., Lessard, D., Spencer, F. A., Gurwitz, J. H., Gore, J. M., Yarzebski, J. & Goldberg, R. J. (2010). Declining length of stay for patients hospitalized with AMI: impact on mortality and readmissions. *The American Journal of Medicine*, 123(11), 1007–15. doi:10.1016/j.amjmed.2010.05.018
- Sadowski, M., Janion-Sadowska, A., Gąsior, M., Gierlotka, M., Janion, M. & Poloński, L. (2013). Higher mortality in women after ST-segment elevation myocardial infarction in very young patients. *Archives of Medical Science*, 9(3), 427–433. doi:10.5114/aoms.2013.35324
- Sakr, Y., Krauss, C., Amaral, A. C. K. B., Réa-Neto, A., Specht, M., Reinhart, K., et al. (2008). Comparison of the performance of SAPS II, SAPS 3, APACHE II and their customized prognostic models in a surgical intensive care unit. *British Journal of Anaesthesia*, 101(6), 798–803. doi:10.1093/bja/aen291
- Sanchis, J., Núñez, E., Ruiz, V., Bonanad, C., Fernández, J., Cauli, O., et al. (2015). Usefulness of clinical data and biomarkers for the identification of frailty after acute coronary syndromes. *Canadian Journal of Cardiology*, 31(12), 1462–1468. doi:10.1016/j.cjca.2015.07.737
- Sayehmiri, K. (2012). Prediction of survival after myocardial infarction using killip class. *International Journal of Clinical Medicine*, 03(07), 563–567. doi:10.4236/ijcm.2012.37102
- Schiele, F., Capuano, F., Loirat, P., Desplanques-Leperre, A., Derumeaux, G., Thebaut, J.-F., et al. (2013). Hospital case volume and appropriate prescriptions at hospital discharge after acute myocardial infarction: a nationwide assessment. *Circulation. Cardiovascular Quality and Outcomes*, 6(1), 50–57. doi:10.1161/CIRCOUTCOMES.112.967133
- Sessler, D. I., Sigl, J. C., Manberg, P. J., Kelley, S. D., Schubert, A. & Chamoun, N. G. (2010). Broadly applicable risk stratification system for predicting duration of hospitalization and mortality. *Anesthesiology*, 113(5), 1026–37. doi:10.1097/ALN.0b013e3181f79a8d
- Shahian, D. M., Iezzoni, L. I., Meyer, G. S., Kirle, L. & Normand, S.-L. T. (2012). Hospital-wide mortality as a quality metric: conceptual and methodological challenges. *American Journal of Medical Quality*, 27 (2), 112–123. doi:10.1177/1062860611412358
- Shams, I., Ajorlou, S. & Yang, K. (2015). A predictive analytics approach to reducing 30-day avoidable readmissions among patients with heart failure, acute myocardial infarction, pneumonia, or COPD. *Health Care Management Science*, 18(1), 19–34.

- doi:10.1007/s10729-014-9278-y
- Silke, B., Kellett, J., Rooney, T., Bennett, K. & O’Riordan, D. (2010). An improved medical admissions risk system using multivariable fractional polynomial logistic regression modelling. *QJM: an International Journal of Medicine*, 103(1), 23–32. doi:10.1093/qjmed/hcp149
- Sousa, P., Uva, A. de S., Serranheira, F., Leite, E. & Nunes, C. (2011). *Segurança do doente: eventos adversos em hospitais portugueses: estudo piloto de incidência, impacto e evitabilidade*. Lisboa: Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade de Lisboa.
- Soyiri, I. N., Reidpath, D. D. & Saran, C. (2011). Asthma length of stay in hospitals in London 2001 – 2006: demographic, diagnostic and temporal factors. *PLoS ONE*, 6(11). doi:10.1371/journal.pone.0027184
- Srygley, F., Grambow, S., Provenza, D., Sandler, R., Fischer, D. & Abbott, D. H. (2013). Variability in resource use: diagnosing colorectal cancer. *The American Journal of Managed Care*, 19(5), 370–376.
- Stargardt, T., Schreyogg, J. & Kondofersky, I. (2014). Measuring the relationship between costs and outcomes: the example of acute myocardial infarction in German hospitals. *Health Economics*, 23, 653–669.
- Steg, G., James, S. K., Atar, D., Badano, L. P., Blomstrom-Lundqvist, C., Borger, M. A., et al. (2012). ESC guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *European Heart Journal*, 33, 2569–2619. doi:10.1093/eurheartj/ehs215
- Steyerberg, E. W., Eijkemans, M. J. C., Boersma, E. & Habbema, J. D. F. (2005). Applicability of clinical prediction models in acute myocardial infarction: A comparison of traditional and empirical Bayes adjustment methods. *American Heart Journal*, 150(5), 11–17. doi:10.1016/j.ahj.2005.07.008
- Stub, D., Smith, K., Bernard, S., Nehme, Z., Stephenson, M., Bray, J. E., et al. (2015). Air Versus Oxygen in ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *Circulation*, 131, 2143–2150. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.114.014494
- Suter, L. G., Li, S.-X., Grady, J. N., Lin, Z., Wang, Y., Bhat, K. R., et al. (2014). National patterns of risk-standardized mortality and readmission after hospitalization for acute myocardial infarction, heart failure, and pneumonia: update on publicly reported outcomes measures based on the 2013 release. *Journal of General Internal Medicine*, 29(10), 1333–1340. doi:10.1007/s11606-014-2862-5
- Takahashi, T., Hiasa, Y., Ohara, Y., Miyazaki, S., Ogura, R., Miyajima, H., et al. (2007). Relation between neutrophil counts on admission, microvascular injury, and left ventricular functional recovery in patients with an anterior wall first acute myocardial infarction treated with primary coronary angioplasty. *The American Journal of Cardiology*, 100(1), 35–40. doi:10.1016/j.amjcard.2007.02.049
- Tanuja, S., Acharya, U. D. & Shailesh, R. K. (2011). Comparison of different data mining techniques to predict hospital length of stay. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 7(7).
- Thang, N. D., Karlson, B. W., Sundström, B. W., Karlsson, T. & Herlitz, J. (2015). Pre-hospital prediction of death or cardiovascular complications during hospitalisation and death within one year in suspected acute coronary syndrome patients. *International Journal of Cardiology*, 185(151), 308–312. doi:10.1016/j.ijcard.2015.03.143
- Thiele, H., Ohman, E. M., Desch, S., Eitel, I. & de Waha, S. (2015). Management of cardiogenic shock. *European Heart Journal*. Retrieved from <http://eurheartj.oxfordjournals.org/content/early/2015/03/01/eurheartj.ehv051.abstract>
- Thygesen, K., Alpert, J. S., Jaffe, A. S., Simoons, M. L., Alpert, J. S., White, H. D., et al. (2012). Third universal definition of myocardial infarction. *European Heart Journal*, 33, 2551–2567. doi:10.1093/eurheartj/ehs184
- Tisminetzky, M., McManus, D. D., Dor, A., Miozzo, R., Yarzebski, J., Gore, J. M. & Goldberg, R. J. (2015). Decade-long trends (1999–2009) in the characteristics, management, and hospital outcomes of patients hospitalized with acute myocardial infarction with prior

- diabetes and chronic kidney disease. *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease*, 8, 41–51. doi:10.2147/IJNRD.S78749
- Toerper, M. F., Flanagan, E., Siddiqui, S., Appelbaum, J., Kasper, E. K. & Levin, S. (2015). Cardiac catheterization laboratory inpatient forecast tool: a prospective evaluation. *JAMIA - Journal of the American Medical Informatics Association*, pii (ocv124). doi:10.1093/jamia/ocv124
- Toson, B., Harvey, L. A., & Close, J. C. T. (2015). The ICD-10 Charlson Comorbidity Index predicted mortality but not resource utilization following hip fracture. *Journal of Clinical Epidemiology*, 68(1), 44–51. doi:10.1016/j.jclinepi.2014.09.017
- Tran, C. T. T., Lee, D. S., V. F. F., Higginson, L. & Grant, F. C. (2003). CCORT / CCS quality indicators for acute myocardial infarction care. *Canadian Journal of Cardiology*, 19(1), 38–45.
- Tu, J. V, Austin, P. C., Walld, R., Roos, L., Agras, J. & McDonald, K. M. (2001). Development and validation of the Ontario acute myocardial infarction mortality prediction rules. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(4), 992–7. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11263626>
- Tu, J. V, Khalid, L., Donovan, L. R. & Ko, D. T. (2008). Indicators of quality of care for patients with acute myocardial infarction. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, 179(9), 909–915. doi:10.1503/cmaj.080749
- Turban, E., Aronson, J. E., Liang, T.-P. & Sharda, R. (2007). *Decision support and business intelligence systems* (8th edition). New Jersey: Prentice-Hall.
- Turner, S. J., Ketch, T. R., Gandhi, S. K. & Sane, D. C. (2008). Routine hematologic clinical tests as prognostic markers in patients with acute coronary syndromes. *American Heart Journal*, 155(5), 806–816. doi:10.1016/j.ahj.2007.11.037
- Valderas, J. M., Sibbald, B. & Salisbury, C. (2009). Defining comorbidity: implications for understanding health and health services. *Annals of Family Medicine*, (7), 357–363. doi:10.1370/afm.983.Martin
- Van Houdenhoven, M., Nguyen, D.-T., Eijkemans, M. J., Steyerberg, E. W., Tilanus, H. W., Gommers, D., et al. (2007). Optimizing intensive care capacity using individual length-of-stay prediction models. *Critical Care*, 11(2), R42. doi:10.1186/cc5730
- van Walraven, C., Escobar, G. J., Greene, J. D. & Forster, A. J. (2010). The Kaiser Permanente inpatient risk adjustment methodology was valid in an external patient population. *Journal of Clinical Epidemiology*, 63(7), 798–803. doi:10.1016/j.jclinepi.2009.08.020
- Vest, J. R., Issel, L. M. & Lee, S. (2014). Experience of using information systems in public health practice: findings from a qualitative study. *Journal of Public Health Informatics*, 5(3), 1–17. doi:10.5210/ojphi.v5i3.4847
- Vorvick, L. J. (2015). Vital signs. *MedlinePlus*. Retrieved from <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002341.htm>
- Walsh, T., Onega, T. & Mackenzie, T. (2014). Variation in length of stay within and between hospitals. *Journal of Hospital Administration*, 3(4), 53–60. doi:10.5430/jha.v3n4p53
- Wang, G., Zhang, Z., Ayala, C., Dunet, D. & Fang, J. (2013). Costs of hospitalizations with a primary diagnosis of acute myocardial infarction among patients aged 18–64 years in the United States. In: D. D. Gaze (Ed.), *Ischemic heart disease*. Atlanta: InTech. doi:10.5772/53499
- Wang, J. Y., Goodman, S. G., Saltzman, I., Wong, G. C., Huynh, T., Dery, J.-P., et al. (2015). Cardiovascular risk factors and in-hospital mortality in acute coronary syndromes: insights from the Canadian global registry of acute coronary events. *Canadian Journal of Cardiology*, 31(12), 1455–1461. doi:10.1016/j.cjca.2015.04.007
- Wiler, J. L., Handel, D. A., Ginde, A. A., Aronsky, D., Genes, N. G., Hackman, J. L., et al. (2012). Predictors of patient length of stay in 9 emergency departments. *The American Journal of Emergency Medicine*, 30(9), 1860–4. doi:10.1016/j.ajem.2012.03.028
- Wohns, D., Muthusamy, P., Davis, A. T., Khan, M., Postma, J. K., Williams, E. E., et al. (2014). Economic and operational implications of a standardized approach to hemodynamic

- support therapy using percutaneous cardiac assist devices. *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*, 9(1). Retrieved from http://journals.lww.com/innovjournal/Fulltext/2014/01000/Economic_and_Operational_Implications_of_a.7.aspx
- Wright, S. P., Verouhis, D., Gamble, G., Swedberg, K., Sharpe, N. & Doughty, R. N. (2003). Factors influencing the length of hospital stay of patients with heart failure. *European Journal of Heart Failure*, 5(2), 201–9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12644013>
- Zhang, Z., Fang, J., Gillespie, C., Wang, G., Hong, Y. & Yoon, P. W. (2012). Age-specific gender differences in in-hospital mortality by type of acute myocardial infarction. *The American Journal of Cardiology*, 109(8), 1097–103. doi:10.1016/j.amjcard.2011.12.001
- Zimmerman, J. E., Kramer, A. A., McNair, D. S. & Malila, F. M. (2006). Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) IV: hospital mortality assessment for today's critically ill patients. *Critical Care Medicine*, 34(5), 1297–310. doi:10.1097/01.CCM.0000215112.84523.F0
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A. & Smith, G. M. (2009). *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. New York: Springer-Verlag. (Statistics for Biology and Health). doi:10.1016/B978-0-12-387667-6.00013-0
- Zvezdan Pirtošek, Georgiev, D. & Gregorič-Kramberger, M. (2009). Decision making and the brain: neurologists' view. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 7(2), 38–53.

ANEXOS

Anexo A– Abordagem teórica de suporte às técnicas estatísticas utilizadas

São descritas de seguida as técnicas estatísticas utilizadas neste capítulo 4 e no capítulo 5 pois grande parte delas são comuns aos dois estudos.

Modelos de regressão abordados

Ambos os estudos aplicaram modelos de regressão no seu desenvolvimento. Seguem-se a lista de modelos utilizados em ambos ou pelo menos num dos estudos efetuados:

- Modelo linear generalizado (MLG);
- Modelo linear generalizado misto (MLGM);
- Regressão quantílica (RQ);
- Modelos de mistura finita;
- Regressão censurada (RC);
- Regressão quantílica com censura (RQC).

Segue-se uma descrição sumária destes modelos:

- Modelo Linear Generalizado (MLG) - Diz-se que uma população “obedece” ao modelo linear se para cada indivíduo x dessa população com características $x \equiv (x_1, \dots, x_k)$, y_x , a resposta ao “estímulo” provocado por essas k características associadas ao indivíduo, existe a seguinte relação

$$y_x = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon_x = \mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_x.$$

y_x é a observação de uma variável aleatória Y_x (a aleatoriedade é consequência de x ser um elemento genérico da população) que pode ser escrita como combinação linear de parâmetros mais um efeito aleatório ε_x com distribuição Normal de valor médio 0 e variância σ^2 , $\mu_x = \mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta}$.

Esta introdução permite-nos fazer a “ponte” para o MLG. Iremos retirar umas das condições impostas ao modelo linear (a ligação linear entre o valor médio de Y_x e $\mathbf{x}^T\boldsymbol{\beta}$ tal que $\mu_x = \mathbf{x}^T\boldsymbol{\beta}$) supondo que existe uma função monótona e diferenciável g tal que

$$g(\mu_x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k.$$

O valor médio poderá pois deixar de ser uma combinação linear das características havendo no entanto uma **função g para fazer a “ligação linear”** entre os estímulos e a resposta. Considera-se que além da função identidade existem outras funções que podem fazer a “ligação” entre μ_x e $\mathbf{x}^T\boldsymbol{\beta}$.

Quanto à variável de interesse, Y_x , esta deixará de ser uma combinação linear de parâmetros mais um efeito aleatório ε_x . Na generalidade, associa-se a distribuição de probabilidade à própria variável aleatória, Y_x , sendo esta, portanto, a componente aleatória do modelo e não ε_x como no modelo linear. Além disso, é usual considerar não uma distribuição de probabilidade mas sim uma família de distribuições por nela se incluírem várias distribuições conhecidas. Esta família designa-se por família exponencial porque a sua função de probabilidade (f.p.) é função da Exponencial. Diz-se que uma variável aleatória tem distribuição na família Exponencial se a sua f. p., $f(\cdot)$, tiver a seguinte forma (esta é uma forma simplificada):

$$f(y; \theta; \phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - b(\theta)}{\phi} + c(y; \phi) \right\}$$

onde $b(\cdot)$ e $c(\cdot)$ são funções conhecidas e θ e ϕ são os parâmetros da distribuição. Ao parâmetro de escala ϕ , chama-se parâmetro de dispersão e a θ , parâmetro canónico. É possível deduzir que

$$E(Y) = b'(\theta)$$

$$Var(Y) = \phi \cdot b''(\theta) = \phi V(\mu)$$

onde $V(\mu)$ é a chamada função variância e tem como particularidade depender apenas do valor médio mais um parâmetro (considera-se este parâmetro constante para todos os indivíduos da amostra).

Entre estes tipos de modelos temos os **modelos binários** (com resposta 0-1), como por exemplo a regressão logística, **modelos de contagem**, como por exemplo a regressão Binomial Negativa e ainda **modelos para resposta com distribuição contínua**, como por exemplo a regressão Gama ou Regressão Gaussiana (Faraway, 2006, 2009).

- Modelo Linear Generalizado Misto (MLGM) - Este tipo de modelos acrescenta a **componente aleatória** à componente fixa do MLG. Para além da componente fixa para explicar a variabilidade ao nível indivíduo existe uma variável aleatória *Gaussiana* centrada em 0 e com uma determinada variância que irá explicar parte da variabilidade residual (nesta investigação, relativa ao efeito hospital) resultante da componente fixa. Esta variabilidade será traduzida no valor da variância desta variável aleatória, estimada em simultâneo com a componente fixa (Zuur et al., 2009).
- Regressão Quantílica (RQ) – pretende encontrar, não o valor médio da variável dependente, como nos casos anteriores, mas sim um quantil (ou vários) dessa variável dependente (por exemplo, a mediana). O tempo de internamento pode ser muito elevado levando a uma assimetria acentuada da distribuição de probabilidade da variável dependente (é o caso dos dados deste estudo). Nesta situação, em vez do valor médio, é mais robusto do ponto de vista estatístico centrar a nossa atenção na mediana, por exemplo, pretendendo-se encontrar os preditores que façam a “ligação” entre o indivíduo e o quantil pretendido da variável resposta Y_x . A regressão quantílica pretende encontrar solução para este problema através de métodos simplex e não a partir das propriedades de verosimilhança ou mínimos quadrados (Koenker, 2005) - encontra-se aplicação na literatura, em estudos de duração de internamento (Pourhoseingholi et al., 2009).
- Modelos de mistura finita – O tempo de internamento, pela sua grande assimetria distribucional, tem sido por vezes modelado supondo que os dados provêm de misturas de duas, ou mais, subpopulações (curta e longa duração) (Lee et al., 2007; Singh & Ladusingh, 2010). Faremos duas incursões, uma em cada estudo, neste tipo de abordagem.
- Regressão Censurada (RC) – Em ambos os estudos considerou-se a variável DI como uma variável com valor censurado à direita no caso dos doentes que faleceram. Ou seja, o que se conhece não é a duração de internamento (até à alta) mas sim o tempo que o doente esteve internado até morrer e, nessa perspetiva, a duração de internamento pode ser encarada do ponto de vista estatístico como uma observação censurada (Aas et al., 2012). Os modelos de regressão que entram em conta com valores censurados designam-se por

modelos de análise de sobrevivência (Kleinbaum & Klein, 2012) ou **modelos Tobit** (Amemiya, 1984). A diferença entre estes modelos é que os modelos de análise de sobrevivência focam essencialmente os fatores que influenciam o tempo de sobrevivência enquanto os segundos focam mais a estimação do valor médio da variável resposta entrando em conta com a censura existente nalgumas observações. Neste trabalho iremos focar a nossa atenção no segundo tipo de modelos. Os pressupostos são semelhantes aos do modelo linear (Aguirregabiria, 2009).

- Regressão Quantílica com Censura (RQC) – Para o desenvolvimento do capítulo 5 propõe-se ainda o desenvolvimento de um modelo baseado nos dois conceitos anteriores (Koenker, 2005).

Tanto nos MLG como nos MLGM a **função de ligação g** entre o valor médio da resposta e os preditores pode ser, em teoria, qualquer função desde que seja monótona e diferenciável. Aqui, esta função é:

- No caso dos modelos binários a **ligação logística** (dando origem ao modelo logístico);
- Para modelar a duração de internamento considerámos em todos os modelos que “**log**” ($g(.) \equiv \log(.)$) é a ligação de interesse. No caso dos modelos Tobit e nas regressões quantílicas, onde, como pressuposto, se considera a ligação identidade, fez-se a logaritmização do tempo de internamento e foi essa a nossa variável resposta, de forma a mantermos alguma coerência na análise embora saibamos que $E(\log(Y))$ não é igual a $\log(E(Y))$.

Pressupostos dos modelos

Aquando da descrição no ponto anterior dos modelos de regressão abordados, fez-se referência a alguns dos pressupostos necessários. No entanto existem particularidades que importa referir, tanto no estudo do capítulo 4, como no do capítulo 5, e que se relacionam:

- Com erros não correlacionados;
- Com erros protegidos pelo efeito aleatório.

Erros não correlacionados

Nos dados do estudo do capítulo 4, é pressuposto que haja independência entre doentes provenientes de diferentes hospitais mas esse pressuposto foi retirado para

doentes tratados dentro do mesmo hospital onde se propõe uma estrutura de correlação para efeitos não referidos na base de dados (por exemplo especificidades humanas e estruturais de cada hospital).

No caso dos dados do estudo do capítulo 5, a “chave” para o desenvolvimento dos modelos é a não correlação entre as observações na base de dados, i.e., todos os efeitos nas respostas, não observados (erros), são não correlacionados. Por exemplo, o mesmo doente não pode estar em várias linhas da base de dados, não haver relações familiares entre os doentes, etc.

Erros protegidos pelo efeito aleatório

Os dados relativos ao capítulo 5, referem-se a um único hospital, enquanto os dados do capítulo 4 referem-se a um conjunto de hospitais e portanto, enquanto no primeiro se pode considerar que há independência entre as linhas da base de dados e que apenas temos o efeito indivíduo a condicionar os resultados, no segundo pode acontecer que o efeito hospital seja significativo, devendo ser considerado que existem duas camadas de efeitos: o efeito indivíduo e o efeito hospital.

Para este caso, considerámos efeitos aninhados e nessa situação é mais interessante do ponto de vista de análise estatística considerar o modelo linear generalizado com efeito aleatório associado ao nível hospital (MGLM). Na verdade, os modelos mistos são essencialmente utilizados para descrever relações entre a variável resposta e as covariáveis para dados agrupados por um, ou mais, critérios de classificação. Associando um efeito aleatório, comum às observações dentro do mesmo nível de classificação, os modelos de efeitos mistos permitem avaliar a estrutura de covariância induzida pelo efeito de agrupamento dos dados. O problema fundamental quando ignoramos o efeito de grupo é que esse efeito é incorporado nos resíduos levando a uma inflação da variabilidade residual com todas as consequências que daí advêm.

Especificidades dos modelos

Com exceção da regressão quantílica, todos os outros modelos focam a estimação do valor médio da variável resposta. Segue-se uma breve introdução teórica considerando que cada linha das bases de dados se refere a um elemento de determinada população com características que permitem a estimação do valor médio da resposta, a partir das características individuais.

Seja então, um indivíduo x com características $\mathbf{x} \equiv (x_1, \dots, x_p)$, e com resposta Y_x ; o que se pretende estimar é $E(Y_x)$. Seja $D_x=1$ se x morre e $D_x=0$ caso contrário tal que, $\pi(x) = P(D_x = 1)$.

Com base nas características de x , $\mathbf{x} \equiv (x_1, \dots, x_p)$, pressupõe-se que é possível avaliar as quantidades

$$P(D_x = 1) = \pi(x) = \frac{\exp(\mathbf{x}^\pi \boldsymbol{\beta}^\pi)}{1 + \exp(\mathbf{x}^\pi \boldsymbol{\beta}^\pi)} \quad \text{e} \quad E(Y_x) = \text{Exp}(\mathbf{x}^1 \boldsymbol{\beta}) \quad \text{onde} \quad \mathbf{x}^\pi \equiv (x_1^\pi, \dots, x_{p_\pi}^\pi) \quad \text{e}$$

$\mathbf{x}^1 \equiv (x_1^1, \dots, x_{p_1}^1)$ são sub-vetores de \mathbf{x} e $\boldsymbol{\beta}^\pi$ e $\boldsymbol{\beta}$ são constantes estimadas com base na amostra disponível.

A amostra disponível é $(Y_i, D_i, x_{i1}, \dots, x_{ip})$, $i=1, \dots, n$ onde $\mathbf{Y}^T = [Y_1, \dots, Y_n]$ e $\mathbf{D}^T = [D_1, \dots, D_n]$ são os vetores resposta e $\mathbf{X} = [\mathbf{1}, \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_p]$ (com $\mathbf{X}_j = [x_{1j}, \dots, x_{nj}]$, $j=1, \dots, p$) é a matriz das características. O objetivo em todos estes modelos é estimar $\mathbf{E}(\mathbf{Y}_x) = \boldsymbol{\mu}_x$ e $\pi(x)$.

O Modelo binário para estimar $\pi(x)$ é construído com base na amostra completa, mas os modelos log-lineares construídos para avaliar μ_x são baseados em n (dimensão da base de dados) ou em n_0 ($\#(D_x=0)$) - $D_x=0$ corresponde aos elementos da amostra não falecidos. No nosso caso $n-n_0$ é muito pequeno e portanto a utilização deste tipo de informação (modelos com censura) deve ser muito cuidadosa ou evitada.

Neste enquadramento, interessa referir especificidades relacionadas com o presente estudo para os seguintes modelos:

- Modelo binário;
- Outros modelos MLG;
- Modelos Tobit;
- Modelos de misturas Gaussianas;
- Regressão quantílica.

- Modelo binário - Neste caso focámos a nossa atenção na regressão logística. A regressão logística é amplamente usada em investigação na área da saúde podendo ser encontrados vários estudos com a sua aplicação (Wright et al.,

2003; Hayashida et al., 2007; Méndez-Eirín et al., 2012; Li, 2014; Thang et al., 2015).

Pressupõe-se que cada resposta (D_x) é uma variável aleatória com distribuição Bernoulli (resposta do tipo 0-1) com parâmetro π_x ; o pressuposto fundamental para que seja lícito utilizar o modelo logístico é que o logaritmo do “odds” ($\pi_x / (1 - \pi_x)$) responda linearmente às características associadas a x (Hosmer Jr et al., 2013). Sempre que aplicável, para a análise dos coeficientes do modelo foi utilizado o **Odds Ratio (OR)** pela sua facilidade de interpretação (Li, 2014).

O OR consiste numa aproximação à relação entre o risco de um grupo e outro (Hosmer Jr et al., 2013). Um OR superior a 1 representa um risco comparativamente maior do evento em estudo e um risco comparativamente menor quando é inferior a 1. A interpretação do OR, consoante se trate de uma variável contínua ou categórica, é diferente:

- Nas variáveis contínuas, o OR traduz o acréscimo (ou decréscimo) de risco do evento em estudo quando esta aumenta 1 unidade;
 - Nas variáveis categóricas (dicotómicas ou não) é considerado um grupo de referência, pelo que um OR superior a 1 de um determinado valor da variável significa um maior risco. Quando o OR for inferior a 1, a interpretação é a inversa.
- Outros modelos MLG - Neste tipo de modelos é usual especificar a distribuição de probabilidade (dentro da família exponencial) que se irá utilizar para fazer a maximização da verosimilhança. Nesta investigação optámos por considerar que o tempo de internamento apesar de ser uma contagem (distribuições do tipo Poisson, Binomial Negativo, por exemplo) pode ser ainda aproximado por uma distribuição do tipo contínuo como a Gaussiana ou a Gamma.

Desta forma, dispomos de uma panóplia de distribuições de probabilidade. Dado o carácter assimétrico da distribuição do tempo de internamento, a Gaussiana sem apoio de uma transformação logarítmica dos dados (de forma a torná-los menos assimétricos) está fora de questão. Mesmo a distribuição Gamma necessita do apoio de uma ligação do tipo logarítmico ($\log(E(Y_x))$ para responder linearmente aos preditores disponíveis, levando a um efeito multiplicativo do tempo de internamento).

Assim, para ser possível comparar os coeficientes associados aos preditores nos vários modelos, optámos por criar duas situações: ligando a resposta ao preditor linear através da ligação “log” (Binomial Negativo, Poisson ou Gamma) ou fazendo a transformação logarítmica dos dados (Gaussiano).

- Modelos Tobit - Os modelos Tobit são utilizados essencialmente na Econometria quando existe um processo de seleção não aleatório da amostra. Na verdade, no momento em que temos observações censuradas na amostra (os falecidos) pode perder-se o pressuposto inicial de aleatoriedade. Com efeito, se existirem observações provenientes de um processo de seleção (os que não falecem), pode pensar-se que os fatores não observados desse processo de seleção estão correlacionados com os fatores não observados que interferem no tempo de internamento - neste caso o modelo adequado é o chamado Tobit II (Aguirregabiria, 2009). Estes modelos estão abrigados na distribuição Gaussiana e portanto, tal como referimos anteriormente, é necessário **logaritmizar o tempo de internamento** para que seja viável a sua estimação.

Em termos práticos podemos olhar para os coeficientes do modelo da mesma forma que para os coeficientes dos MLG com ligações logarítmicas. No caso de um preditor contínuo (por exemplo a idade), por cada unidade a mais do preditor, o tempo médio de internamento aumenta (ou diminui, se o sinal do coeficiente for negativo) a exponencial desse coeficiente.

Além dos modelos Tobit II existem outros tipos de Tobit que abrigam outros tipos de seleção. No nosso caso optámos ainda por considerar que o **tempo de internamento pode ser dividido em longa e curta duração (modelo de mistura)**. Nesta situação a modelação do processo de seleção envolve a estimação da probabilidade de “internamento de longa duração”; probabilidade que será associada de forma condicional ao tempo de internamento. Neste caso teremos o chamado Tobit V (Amemiya, 1984), envolvendo três estimações:

- Probabilidade de longa duração (utilizámos os doentes falecidos e os doentes com longa duração);
- Tempo de internamento condicionado à longa duração;
- Tempo de internamento condicionado à curta duração;

A soma destes valores médios, “pesados” pela probabilidade respetiva fornece-nos a estimação do valor médio final. Estes modelos são muitas vezes designados por

modelos de mistura podendo envolver, ou não, uma amostra inicial dos selecionados por longa duração.

- Modelos de misturas Gaussianas - O pressuposto deste modelo, embora semelhante ao Tobit V na sua essência, é um pouco mais ambicioso: cada indivíduo tem no início dois tipos de internamento: “longa” e “curta” duração. O modelo estima a probabilidade de cada indivíduo se situar em cada tipo e simultaneamente o tempo esperado de internamento em cada um. Tal como no Tobit V, tem dois pormenores significativamente diferentes; por um lado utiliza um método de estimação bayesiano (não é necessário saber a qual dos grupos (curta ou longa duração) pertence cada elemento da amostra) e por outro associa uma componente aleatória ao efeito hospital (permitindo estimar a variabilidade não explicada pelos preditores conhecidos ao nível hospital) entrando na classe dos chamados modelos mistos.
- Regressão quantílica - À data, apenas se conhecem métodos de estimação para os quantis de uma determinada distribuição condicionados à associação linear de preditores, utilizando métodos de programação linear. Por isso, tal como nos modelos Tobit, é necessário transformar os dados para a escala logarítmica para que seja possível a utilização desta regressão. Aqui, os coeficientes associados aos preditores indicam a importância da covariável para a estimação do quantil.

Anexo B – Análise simples da regressão logística com e sem outliers de tempo (p-value)

Variáveis	Sem episódios de tempo ≥ 180 min	Com todos os episódios
Idade	0,000	0,000
Sexo	0,000	0,000
Tempo	0,339	0,038
tipo EAM	0,000	0,000
Procedimentos	0,000	0,000
Choque	0,000	0,000
Insuficiência cardíaca congestiva	0,000	0,000
Cancro	0,000	0,000
Edema pulmonar	0,000	0,000
Doença renal aguda	0,000	0,000
Doença renal crónica	0,000	0,000
Disritmia cardíaca	0,000	0,000
Doença cerebrovascular	0,000	0,000
Diabetes com complicações	0,000	0,000
Diabetes sem complicações	0,390	0,395
Doença Isquémica do coração	0,000	0,000
Anemia	0,000	0,000
Infeções respiratórias	0,000	0,000
Função ensino	0,937	0,947
Volume hospital	0,558	0,570

Anexo C – Desperdício por hospital, por doente e total

Hospital	Nº Episódios	Coefficiente	Desperdício/ doente (dias)	Desperdício total (dias)
7	1684	-0,353	-2,4	-4025,9
10	580	-0,201	-1,5	-850,9
28	564	-0,201	-1,5	-823,9
24	1926	-0,197	-1,4	-2770,1
5	263	-0,194	-1,4	-372,3
27	237	-0,191	-1,4	-331,5
15	664	-0,186	-1,4	-904,3
11	529	-0,175	-1,3	-684,4
20	791	-0,140	-1,1	-830,9
29	117	-0,132	-1,0	-116,3
3	1414	-0,111	-0,8	-1191,8
37	257	-0,072	-0,6	-142,7
4	273	-0,070	-0,5	-147,6
8	404	-0,062	-0,5	-194,5
9	125	-0,058	-0,5	-56,4
16	184	-0,047	-0,4	-68,6
26	881	-0,032	-0,3	-225,9
6	272	0,003	0,0	5,6
23	677	0,020	0,2	108,9
12	2062	0,028	0,2	477,5
30	224	0,039	0,3	71,0
25	882	0,049	0,4	354,2
33	102	0,063	0,5	53,6
14	1477	0,074	0,6	910,3
35	160	0,075	0,6	100,4
22	744	0,084	0,7	522,0
36	163	0,089	0,8	122,5
32	105	0,109	0,9	96,8
21	1627	0,123	1,1	1711,5
19	794	0,140	1,2	958,0
1	1232	0,154	1,3	1644,8
18	603	0,156	1,4	818,2
31	265	0,163	1,4	377,4
17	275	0,182	1,6	442,0
13	1686	0,214	1,9	3239,0
34	120	0,278	2,6	308,7
2	1252	0,321	3,0	3806,8
Total do desperdício				2391,5

Anexo D - Efeito por hospital na mortalidade

Hospital	Nº Episódios	Efeito aleatório	DP	Efeito multiplicativo sobre a mortalidade
3	1498	-0,728	0,121	0,051
25	932	-0,582	0,151	0,059
26	952	-0,365	0,135	0,073
21	1770	-0,178	0,099	0,088
1	1373	-0,136	0,098	0,092
22	814	-0,132	0,137	0,092
19	882	-0,048	0,132	0,100
24	2132	-0,032	0,084	0,102
7	1858	0,013	0,089	0,106
11	578	0,082	0,159	0,114
12	2260	0,101	0,084	0,116
14	1613	0,180	0,099	0,126
15	732	0,200	0,142	0,128
13	1963	0,264	0,077	0,137
20	882	0,323	0,127	0,145
23	770	0,466	0,122	0,167
2	1440	0,632	0,090	0,198

**Anexo E – Pedido de acesso a dados do Centro Hospitalar de Setúbal, EPE e
Pedido de acesso a dados à Comissão Nacional de Proteção de Dados**

Anexo F - Intervalo de referência das 46 análises laboratoriais em estudo

Análises laboratoriais	Intervalo de referência	Dosagem	Intervalo de resultados		Análises selecionadas (x)
			Min	Max	
Albumina	3,50 - 5,10	g/dL	1,4	4,3	x
Basófilos	< 1,8	%	0	2,3	
BE	-2 a 3	mmol/L	-19,8	13,2	x
Bilirrubina total	0,20 - 1,20	mg/dL	0,2	3,2	
Cálcio	8,50 - 10,50	mg/dL	6,4	10,8	x
CHGM	32 - 35	g/dL	26,2	48,2	x
CK	38 - 174 M 26 - 140 F	U/L	14	5205	x
CK-MB	0 - 25	U/L	3	1294	x
Cloro	98 - 107	mEq/L	92	123	x
Creatinina	0,7 - 1,3 M 0,6 - 1,1 F	mg/dL	0,5	13,2	x
Eosinófilos	0,4 - 6,0	%	0	15,1	x
Eritrocitos	4,5 - 5,5 M 3,8 - 5,8 F	10 ^{«e6»} /μL	2,3	6,02	x
Fosfatase alcalina	40 - 150	U/L	41	191	
Fósforo	2,30 - 4,70	mg/dL	1,4	9	
GGT	< 60 M < 35 F	U/L	11	317	
Glicose	65 - 110	mg/dL	56	431	x
HCO3a	22 - 26	mmol/L	7,7	38,4	x
Hematócrito	40 - 50 M 36 - 46 F	%	16,3	57,9	x
Hemoglobina	13 - 17 M 11,5 - 15 F	g/dL	5,4	17,8	x
HGM	27 - 32	pg	17,3	40,8	x
I,N,R,	0,8 - 1,2		0,9	6,4	x
LDH	125 - 243	U/L	105	1896	x
Linfócitos	20 - 48	%	0,9	52,36	x
Magnésio	1,30 - 2,10	mg/dL	0,9	7,4	x
Massa CKMB	0,3 - 4,0	ng/mL	0,5	315	x
Monócitos	2 - 11	%	0,6	21,1	
MPV	7,3 - 11,3	fL	0	19,8	x
Neutrófilos	41 - 75	%	41,2	94,12	x
pCO2	32 - 48	mmHg	23	98,2	
pH	7,35 - 7,45		7,033	7,6	
Plaquetas	150 - 350	10 ³ /μL	15,1	920	x
pO2	83 - 108	mmHg	49	371	x
Potássio	3,5 - 5,1	mEq/L	2,5	11,3	x
Proteína C reativa	< 0,6	mg/dL	0,01	42,21	x
RDW-CV	11,6 - 14	%	11,9	26,2	x
sO2	96 - 100	%	72	100,4	x
Sódio	136 - 146	mmol/L	122	153	x
TCO2	23 - 28	mmol/L	8,4	89,1	x
Tempo de cefalina	24,5 - 35,2	seg.	19,6	247,1	x
Tempo de protrombina	9,5 - 13,0	seg.	10,1	71,6	x
AST	5 - 34	U/L	11	2401	x
ALT	10 - 40	U/L	5	2232	x
Troponina I	< 0,1	ng/mL	0	102,1	x
TSH - Hormona Tiroestimulante	0,34 - 5,60	mUI/mL	0,02	12,51	
Ureia	17 - 42	mg/dL	17	261	x
VGM	82,5 - 97,9 M 82,1 - 97,7 F	fL	55	110	

Anexo G - Códigos ICD-9-CM de diagnósticos principais de EAM presentes na base de dados do hospital em estudo

A tabela em baixo identifica os códigos ICD-9-CM em análise presentes na base de dados do hospital em estudo e respetivo número de episódios:

Tabela - Códigos ICD-9-CM de diagnósticos principais de EAM em estudo

Código ICD-9-CM	Descrição	Nº de episódios
41001	EAM, parede antero-lateral, episódio inicial	106
41011	EAM, parede anterior NCOP, episódio inicial	5
41021	EAM, parede infero-lateral, episódio inicial	84
41031	EAM, parede postero-inferior, episódio inicial	4
41041	EAM, parede inferior NCOP, episódio inicial	5
41051	EAM, parede lateral NCOP, episódio inicial	16
41061	EAM, parede posterior verdadeira, episódio inicial	1
41071	EA subendocárdico, episódio de cuidados inicial	248